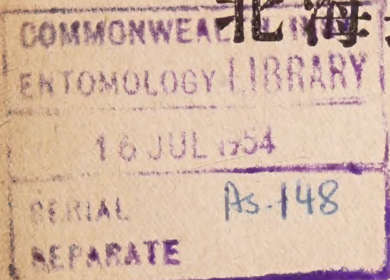


北海道農業試驗場彙報

第 66 號

昭 和 29 年 2 月

RESEARCH BULLETIN OF THE HOKKAIDO NATIONAL AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION

No. 66

February, 1954

Published by

The Hokkaido National Agricultural Experiment Station

Kotoni, Sapporo, Japan

北 海 道 農 業 試 驗 場

札 幌 郡 琴 似 町

目　　次

CONTENTS

土壌侵蝕防止の研究　第1報
作物の種類こ土壌侵蝕防止効果について
その一　昭和25年及び同26年成績

西潟高一*　飯田次男**　竹内　豊***

STUDIES ON SOIL EROSION CONTROL
I. ON THE EFFECTS OF EROSION CONTROL BY CROPS
(1) OBSERVATION IN THE YEARS 1950 AND 1951

By Takaichi NISHIKATA, Tsugio IIDA and Yutaka TAKEUCHI

1. 緒　　言

土壌侵蝕を規定する因子はBAVER[2]，或いはパンコフ[5]等によつて示されている如く多種多様であるため，これら諸因子の相互作用によつて複雑な様相を呈するものであるが，この内植物による土地被覆の状態が重要なる役割をなしていることは多くの人々によつて既にしばしば述べられているところである。しかして作物はそれ自体土壌流亡抑制の作用を有しているものであるが，その効果は作物の種類によつて著しく異つていることは，AYRES[1]，BENNETT[3]その他の著書に数多く引用されている。又SALOAN[4]等は土壌侵蝕に対する作物の性質の差異によつて，侵蝕抑制作物，半抑制作物，無抑制作物に大別し，土壌侵蝕防止に対してはこれら各種作物を適当に組合わせることが必要で，かかる考慮が払われない場合は地力減退の輪作となるものであることを指摘している。従つて土壌侵蝕作用に対して示される作物の特性を明らかにすることは，土壌の侵蝕，流亡を作物栽培的に阻止せんとするための基礎条件となるものである。よつて輪作による土壌侵蝕防止研究の第一段階として数種の主要作物について降雨と土壌流亡量との関係を明らかにせんがため実験に着手したものであるが，取りあえず1950年及び1951年の作物生育期間中に於ける成績を取りまとめここに報告せんとする。

*農芸化学部　**農芸化学部傾斜地研究室

***同土壌第2研究室

2. 實験方法

(1) 試験區及び供試作物

喜茂別傾斜地研究室圃場内の北西斜面，傾斜22～23°の地点に面積20m²（2m × 10m）の試験区を設けて実験に供したが，試験区は前年(1949年)春赤クロバーを播種した2年目の畑である。区制及び供試作物は第1表に示す如くであるが，牧草類，麦類，玉蜀黍，馬鈴薯等の外，本地帯の特殊換金作物として重要視されているアスパラガス，更に傾斜地帯の主要作物と称せられている除虫菊をも併せ使用したものである。初年目（1950年）には第1区赤クロバーは前年作付したままとしたもので稍々上下方向に作られていた。その他の区は何れも赤クロバーを抜取り耕鋤整地後等高線作付をなしたものである。第3区裸地区は赤クロバー抜取後も常に除草を行い清耕圃とした。第4区の多年生牧草はチモシー，オーチヤード，レツドクロバーの3種を同時に播種したもので，第6区の除虫菊は燕麦の收穫後，耕鋤並びに整地を行い苗の移植を行つた。又第2区玉蜀黍は收穫後も刈

株はそのまま翌年まで放置しておいた。2年目(1951年)には第1区は赤クロバーを抜取り玉蜀黍を播種し，第2区は馬鈴薯とし，第3区から第6区迄は前年播種又は移植したものをそのまま用いたものである。本試験区は前述の如く赤クロバー栽培地であつたため，土地は稍々膨軟になつており,普通圃場とはやや異つた状態を呈し,しかも多年生牧草，アスパラガス，除虫菊等の如きは未だその特性を明瞭にあらわすまでに至つておらないもののように見受けられたが，その初期からの調査を行うことによつて年次的意義を明らかにすることが出来るものであると考えたものである。

第1表 区制並びに供試作物

Table 1 Number of plots and kind of experimental crops.

	第1年目	第2年目
第1区	赤クロバー	玉蜀黍(坂下)
第2区	玉蜀黍(カントリーゼントルマン)	馬鈴薯(紅丸)
第3区	裸地	
	秋播ライ麥(ペトクーザ)	ライ麥(ペトクーザ)
第4区	多年生牧草	多年生牧草
第5区	アスパラガス(瑞洋種)	アスパラガス(瑞洋種)
第6区	燕麥(前進)	
	除虫菊(北海1号)	除虫菊(北海1号)

(2) 調査方法

各試験区共上方及び側方からの流去水や土壤の流入を阻止するために，幅1尺の板を以て囲み，試験区下方には流去水及び流去土壤を捕捉するためコンクリートタンクを設置した。流去水量は一降雨期間毎に測定し，流去土壤は流去水の測定時期毎に採取し，濾過風乾後秤量した。降水量は試験区内に雨量計を設置して一降雨期間の降水量を測定すると共に，試験区から約50m距てた気象観測所内の自記雨量計によつて，10分間，60分間及び24時間最大雨量を測定し降雨の性質，強度を判定した。第1年目は自記雨量計の未着のため6月中の測定は行わなかつた。又11月15日～11月21日の降雨は故障のため欠測した。又1950年9月27日～10月3日の間の降雨によつて生じた流去水を採取し，その濾液について常法によりNH_3—N，NO_3—N，P_2O_5，K_2O及びCaOの定量を行つたものである。

3. 實験結果

本試験期間中に示された降雨の性質を見ると第2表の如くである。元来土壤侵蝕は一降雨期間内の総降水量の多少に影響されることは明らかであるが，一面降雨時間，換言すれば単位時間内の強度の如何によつて著しく支配されるものであることとは既によく知られているところである。かかる観点から降雨の量と強度とを勘案して，侵蝕にかなり顯著な影響を与えるものと想像し得る降雨の型を仮に想定し次の如く分類した。

	10分間最大雨量	総降雨量
Ⅰ 型	2mm以上	20mm以下
Ⅱ 型	2～4mm	20mm以上
Ⅲ 型	4mm以上	20mm以上

即ち10分間強度2mmに達するとやや急激に土壤の流亡が見られるものであることを觀察しているのでこのように仮定したものであるが，土壤の流亡は必ずしもかかる条件によつてのみ規定されるものでなく降雨時の土壤条件，土地被覆条件等によつて著しく変化するものであることは云うまでもない。しかし一般的に見て，Ⅲ型の降雨によつて最も侵蝕が促進されるものであることは容易に知られるところである。かくの如くして見る時1950年度に於て最も影響大なりと見られる降雨はⅢ型に属するもの4回即ち "Helen", "Jane", "Kezia" の3台風の余波によつてもたらされたものと9月末の降雨であり，Ⅱ型に属するものは7月14～16日の降雨1回で，その他は特記すべきものは認められない。この年度は比較的降雨回数が少なかつたが強雨の回数が多かつたものであることが知られる。一方1951年度に於てはⅠ型に属するもの5回，Ⅱ型に属するもの2回，Ⅲ型に属するもの3回で，降雨回数は前年に比して著しく多くなつているがその強度は何れも小さく侵蝕に影響を与えると予想される降雨回数は前年と大差なく強雨というよりはむしろ驟雨性の降雨がしばしば起つていることを示している。

第 2 表　期間中の降雨の性質

Table 2 Characteristics of precipitation during the season.

(1) 昭和25年 (1950)

期間	10分間最大雨量	60分間最大雨量	24時間最大雨量	期間内総雨量	降雨時間
月日　月日	mm	mm	mm	mm	時 分
7. 8～ 7. 9	1.2	2.4	7.8	37.8	
7.14～ 7.16	2.9	7.8	48.0	87.9	29.30
7.31～ 8. 1 (Helen)	4.9	17.9	60.0	79.2	10.00
8.23～ 8.24	1.7	7.4	24.5	24.5	5.00
9. 2～ 9. 4 (Jane)	6.4	15.2	55.3	80.3	13.00
9. 9～ 9.10	1.9	5.1	13.2	13.2	7.00
9.13～ 9.14 (Kezia)	5.7	15.8	43.2	45.2	8.10
9.16～ 9.19	1.2	5.4	20.0	50.3	31.10
9.27～10. 3	4.3	7.2	30.0	54.1	28.00
10. 9～10.16	1.3	4.3	20.3	73.6	26.00
10.22～10.26	—	—	—	46.5	
10.28～10.31	—	—	—	4.3	
11. 4	—	—	—	27.1	
11. 8	—	—	—	6.8	
11.15～11.21	—	—	—	75.0	

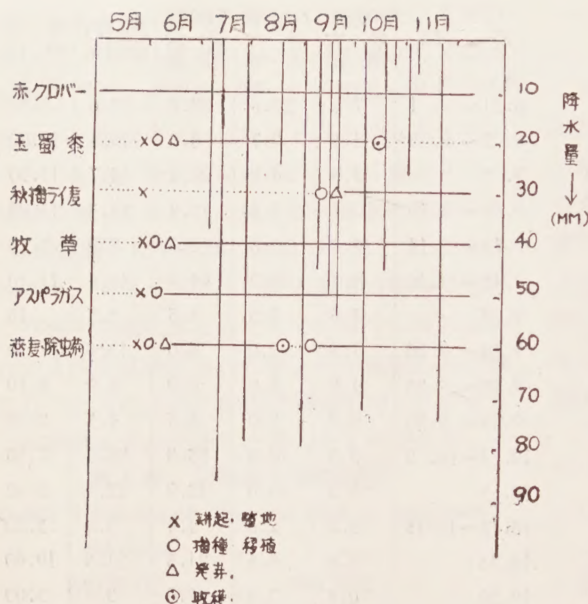
備考　10月22日以降は自記雨量計による測定なし。

(2) 昭和26年 (1951)

期間	10分間最大雨量	60分間最大雨量	24時間最大雨量	期間内総雨量	降雨時間
月日　月日	mm	mm	mm	mm	時 分
5.11	1.5	4.4	9.6	9.6	3.30
5.27～ 5.31	1.0	4.3	7.9	10.8	26.10
6. 4～ 6. 5	1.0	6.9	6.9	7.0	9.10
6.10～ 6.11	1.0	4.0	38.5	38.5	18.30
6.16～ 6.18	0.4	2.2	8.0	10.0	12.30
6.19～ 6.25	1.0	2.8	13.0	15.5	7.30
6.30～ 7. 1	1.0	3.0	14.0	16.0	12.40
7. 6～ 7. 8	0.9	3.2	7.2	11.0	9.20
7.11～ 7.12	1.5	6.5	9.0	14.8	8.30
7.20～ 7.22	2.7	10.7	15.4	20.1	18.10
7.29	1.4	1.9	1.9	1.9	.23
8. 3～ 8. 5	2.3	7.7	14.0	14.0	9.40
8. 8～ 8. 9	2.8	8.0	12.0	12.0	7.10
8.12～ 8.13	1.8	6.4	21.2	23.2	9.30
8.24～ 8.25	1.6	3.6	6.8	8.0	3.00
8.31～ 9. 1	7.6	26.6	32.6	35.6	2.30
9. 2～ 9. 3	1.5	2.7	8.0	14.4	17.00
9. 5	3.2	4.2	20.1	34.7	11.50
9. 9～ 9.10	0.8	1.8	15.0	25.3	15.00
9.13～ 9.14	3.8	5.8	6.0	7.0	2.30
9.15～ 9.16	4.2	13.2	44.9	45.4	11.10
9.17	3.5	3.5	3.5	3.5	.10
9.18～ 9.20	1.8	2.0	6.0	13.4	7.30
9.22～ 9.23	1.2	4.8	8.0	8.0	4.10
9.29～ 9.30	0.3	2.0	4.5	4.5	2.30
10. 1～10. 2	5.0	12.0	25.8	25.8	7.30
10. 5	4.0	10.0	12.9	12.9	2.30
10.12～10.13	0.6	2.6	4.4	5.0	5.20
10.15	0.8	4.6	21.5	21.5	10.40
10.20	0.4	1.4	3.0	3.0	3.00
10.24～10.25	1.1	1.8	4.5	4.5	2.50
10.26～10.27	1.2	2.6	6.5	12.5	9.00
11. 3	1.6	6.4	14.0	14.0	3.40
11. 5	0.8	3.0	10.0	10.0	7.30
11. 8	0.4	2.0	10.6	10.6	12.00

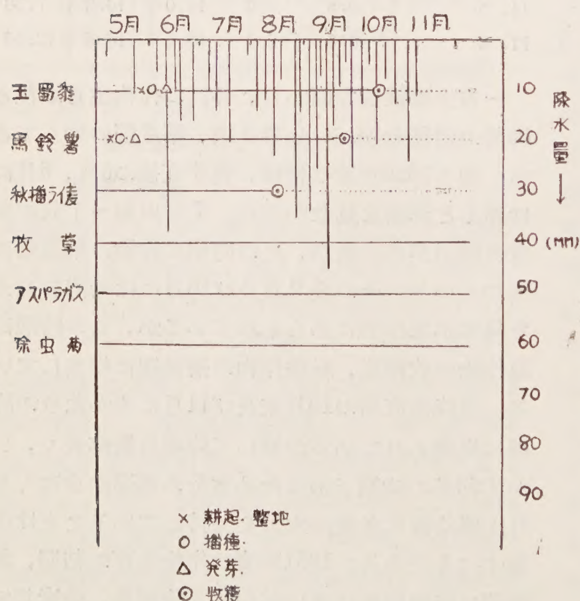
一方土壤被覆の面から，各区の作物生育過程と降雨の関係を見ると第1図，第2図の如くである。即ち1950年度は播種，発芽直後の5月，6月には殆んど降雨を見なかつた。7月中旬～下旬に多量の降雨があつたが，この時期は作物の繁茂期に当つている。その後9月及び10月には強雨を交えた降雨が集中的にあらわれているが，この時期は夏作物の収穫後，秋播作物の播種期に相当している。又降雪直前の10月末及び11月にもかなりの降雨に見舞われているが概して降雨日数が長く，しかも初冬の時期であるため水分の蒸発は少なくなり土壤は常に多量の水分を保持していることは注意すべきである。1951年度は作物生育の初期，繁茂期の降雨回数は多いが何れも降雨量，強度共に大ではなく作物の生育にはむしろ好影響を与えている。しかるに8月から9月，特に9月には強雨がしばしば襲来しており，土地被覆程度が最も少ない時期に集中しているかの観がある。しかして10月以降には降雨回数は前年に比して多いが比較的短時間で且つ強度も大きくはない。

今これらの降雨によつて示された土壤流亡状況



第1図 作物生育過程と降水量 (昭和25年)

Fig. 1 Growth stage of crops and precipitation in 1950.



第2図 作物、生育過程と降水量 (昭和26年)

Fig. 2 Growth stage of crops and precipitation in 1951.

を見ると第3表に示す如く，概して強度の大なる降雨によつて侵蝕作用が強く起つている傾向が見受けられる。即ち1950年度の結果を見ると，Helen, Jane, Kezia の3台風によつてもたらされた降雨は何れも甚だしく土壌の流亡を引き起しているものである。殊に秋播作物の播種期に当るKezia台風では，前の2台風時に比して総降水量は幾分少なかつたが土壌の流亡量は最も甚だしかつた。これは作物被覆の除去，耕起等の関係が影響しているためであると考えられる。しかし一方降雨強度がそれ程大でない場合でも土壌の流亡が著しくあらわれている例も少くはない。第1回測定の6月24日の降雨では，降水量の少ない割合に流亡量が多くなつているのは，作物の発芽直後に当つているため植物による防禦作用がまだ充分に発揮出来なかつたためであると思われる。又第2回目の7月7日の降雨は第3回目の7月14日のそれに比して，強度及び降水量共に遙かに少なかつたにも拘らず多量の土壌が流亡しているが，単に作物の繁茂状況の差異のみによるものと判定することは出来ないもので，中耕培土等の農作業の影響も考えられる。一方9月16日の降雨はこの直前のKezia台風と比較すると降雨強度は遙かに劣つているが，総降水量はほぼ同様である。この場合の流亡量は作物の種類によつてやや異つているが，ライ麦播種直後の3区，アスパラガス及び移植直後の除虫菊等は，Kezia台風の場合よりも著しく少なくなつている。このことは土壌流亡に及ぼす降雨強度の影響の大なるものであることを示している。更に11月15日から23日に亘る降雨による土壌の流亡は極めて著しくなつているが，この時期に至れば気温が低下し，蒸発量も少なくなつている為，土壌中の水分保持量が多くなつており，従つて連日の降雨によつて飽和状態になつていた土壌はその後の僅かの降雨によつて容易に流亡させられたものであると思われる。1951年度に於ては作業の都合上測定回数を制限せざるを得なかつたため詳細の検討は困難であるが，前年度とほぼ同様のことが推定し得るものである。土壌の侵蝕作用に及ぼす降雨の影響は，降雨自身の作用と共にそ

第 3 表　各降雨毎の流亡土壌量並びに流去水

Table 3　Soil loss and run-off in every rain.

(1) 昭和25年 (1950)

区　別	6.24～27		7.7～9		7.14～16		7.31～8.1		8.23～24		9.2～4	
	土　壌 (g)	流去水 (%)	土　壌 (g)	流去水 (%)	土　壌 (g)	流去水 (%)	土　壌 (g)	流去水 (%)	土　壌 (g)	流去水 (%)	土　壌 (g)	流去水 (%)
1　区	36.5	15.6	168.5	10.3	149.4	12.1	63.2	9.2	1.7	9.8	116.6	9.8
2　区	34.9	18.4	125.9	9.6	125.8	12.4	47.8	9.9	3.5	8.7	11.0	10.3
3　区	21.9	6.7	224.4	3.2	34.7	4.3	155.8	4.9	3.5	4.3	59.8	6.5
4　区	11.1	2.2	81.7	2.8	14.0	1.9	65.8	1.1	10.9	1.1	52.2	2.9
5　区	84.5	16.7	170.1	9.6	85.7	9.9	251.8	11.7	15.1	8.7	20.7	6.5
6　区	84.5	15.1	168.0	9.4	62.6	9.9	57.3	8.1	34.9	8.7	149.8	9.6
降水量	17.0 mm		36.9 mm		84.0 mm		76.7 mm		24.0 mm		71.5 mm	

区　別	9.9～10		9.13～14		9.16～19		9.27～10.3		10.9～16		11.15～21	
	土　壌 (g)	流去水 (%)	土　壌 (g)	流去水 (%)	土　壌 (g)	流去水 (%)	土　壌 (g)	流去水 (%)	土　壌 (g)	流去水 (%)	土　壌 (g)	流去水 (%)
1　区	11.2	7.9	20.5	9.5	36.9	7.8	67.1	8.3	26.7	7.9	301.8	17.5
2　区	16.5	7.8	63.8	11.0	146.2	9.6	17.8	9.1	29.0	9.2	796.9	18.6
3　区	14.2	5.0	213.4	6.7	103.4	6.0	30.9	2.9	—	—	938.9	13.5
4　区	25.6	5.4	13.9	1.5	42.0	0.9	—	5.8	26.1	7.6	225.3	11.0
5　区	32.0	8.4	108.9	12.5	9.0	1.9	52.7	8.9	27.0	15.6	383.7	17.8
6　区	28.4	7.4	38.7	12.6	7.1	1.6	24.3	6.9	22.9	6.4	245.7	15.6
降水量	13.4 mm		42.4 mm		42.3 mm		51.1 mm		68.8 mm		75.0 mm	

備考　9.27～10.3に於ける4区及び10.9～16に於ける3区は夫々事故のため欠測した。

(2) 昭和26年 (1951)

区　別	5.27～5.31		6.4～6.6		6.9～6.24		6.25～8.10		8.12～9.6		9.13～9.14		9.16～9.20		9.21～11.3	
	土　壌 (g)	流去水 (%)	土　壌 (g)	流去水 (%)	土　壌 (g)	流去水 (%)	土　壌 (g)	流去水 (%)	土　壌 (g)	流去水 (%)	土　壌 (g)	流去水 (%)	土　壌 (g)	流去水 (%)	土　壌 (g)	流去水 (%)
1　区	37.6	7.7	80.4	3.6	149.8	5.1	162.0	2.8	315.0	4.7	70.0	3.9	150.0	7.1	790.0	5.1
2　区	28.0	6.4	106.2	3.7	162.0	5.7	157.0	4.9	270.0	5.3	85.0	5.5	287.0	7.4	2031.4	5.8
3　区	26.6	8.1	3.2	4.5	82.0	4.2	20.0	5.1	685.0	5.2	710.0	5.2	585.0	7.8	32733.8	6.0
4　区	—	—	45.6	0.2	—	8.4	13.0	5.0	12.0	4.9	—	4.9	—	6.9	205.0	4.8
5　区	74.6	3.0	36.6	4.3	402.0	5.0	203.0	5.3	2975.0	6.7	70.0	5.2	140.0	7.7	10246.0	8.3
6　区	75.6	7.3	57.0	4.0	301.0	5.2	143.0	5.2	955.0	6.8	75.0	4.4	373.0	6.9	10095.0	8.6
降水量	14.1 mm		11.0 mm		68.2 mm		77.0 mm		119.2 mm		32.5 mm		49.8 mm		142.7 mm	

れと共存するその他各種の条件によつて規定されるものであるため，同一性質を有する降雨に於ても常に一定の傾向を示すものとは限らないものであるが，特に初年度に於いて試験区土壌の状態も影響して，各降雨毎に示された各区の土壌流亡状況には一定の傾向は見受けられなかつたものである。土壌の流亡は作物生育過程に於ける種々の農作業或いは土壌管理の差異によつて夫々異るものであることは明らかであるが，これらの関係については更に詳細な研究を必要とするものである。

然るに2ヶ年の試験期間を通じて各区の流亡土壌量並びに流去水量をまとめて見ると第4表に示す如くであつて，第1年目は前作がクロバー栽培地であつたため土壌は膨軟で吸水性が高くなつておつたもので，第1年目には土壌の流亡量が少なく侵蝕に対する作物の特性はさほど明瞭ではないが，1年目の後期から2年目に至り各作物共に夫々その特性を明らかにあらわし初めたもののように見受けられる。

第4表 期間中の流去水及び流亡土壌量

Table 4 Run-off and soil loss.

(1) 昭和25年6月24日より10月21日に至る

Results of 1950 (From June 24 to Oct.21).

区	作物別	降水量 (mm)	流去水量 (ℓ)	流去率 (%)	流亡土壌量 (g)	流去土壌 (g/ℓ)
1	赤クロバー(2年目)	633.1	1323	10.4	922	0.7
2	玉蜀黍	633.1	1420	11.2	1372	0.9
3	裸地一秋播ライ麥	633.1	671	5.3	1770	2.6
	裸地	323.5	314	4.9	514	1.6
	秋播ライ麥	309.6	357	5.8	1256	3.5
4	多年生牧草(1年目)	633.1	519	4.9	543	1.0
5	アスパラガス	633.1	1371	10.8	1162	0.8
6	燕麥一除虫菊	633.1	1154	9.1	876	0.8
	燕麥	323.5	600	9.3	586	1.0
	除虫菊	309.6	554	9.0	291	0.5

(2) 昭和26年5月27日より10月3日に至る

Results of 1951 (From May 27 to Oct.3).

	作物別	降水量 (mm)	流去水量 (ℓ)	流去率 (%)	流去土壌量 (g)	流去土壌 (g/ℓ)
1	玉蜀黍	514.5	496	4.8	1774	3.6
2	馬鈴薯	514.5	578	5.6	3126	5.4
	収穫前	371.8	413	5.6	1095	2.6
	収穫後	142.7	165	5.7	2031	12.3
3	秋播ライ麥一裸地	514.5	574	5.6	34846	60.7
	秋播ライ麥	170.3	169	5.0	132	0.8
	裸地	344.2	405	5.9	34714	85.7
4	牧草	514.5	544	5.3	276	0.5
5	アスパラガス	514.5	774	6.6	13944	18.1
6	除虫菊	514.5	686	6.7	12064	17.6

本試験期間を通じて流亡土壌の最も多かつたのは第3区裸地一秋播ライ麦一裸地である。試験開始直後の裸地区は表去水の流去率，流亡土壌量も共に少なく，特に流去水量は他区に比して著しく少なかつたことが注目されるが，これは前作物赤クロバー抜取後常に中耕除草を行い清耕休閑の状態となつていたため土壌が膨軟となり吸水性が高くなつていたためであると考えられる。しかるにライ麦収穫後の裸地状態に放置した場合には流亡土壌量は急激に多くなり，1ℓ当85.7gの多量を示すに至つており，土地被覆の土壌流亡に及ぼす影響の如何に大なるかを明らかに示しているものである。秋播ライ麦は播種期が9月中旬で降雨の集中する時期に当つていたため，生育初期に於ける土壌流亡は顕著にあらわれているが，2年目に至り殆んど完全に流亡を防止しており生育全期を通じて見る時は侵蝕抑制効果はかなり認められるものである。しかし本道の臨界侵蝕期と目される9月に耕起播種を行う秋播作物に関してはこの時期の流亡を減少せしめることについての工夫が更になされなければならないものと思われる。侵蝕抑制についてほぼ同様の性質を有すると考えられている燕麦は前者同様に発芽直後はさほど有効とは認められなかつたが，生育繁茂の進むと共に逐次侵蝕抑制効果は増大し，繁茂期間中は侵蝕を抑制する作物として有効に作用しているが，収穫後に至り豪雨に際してはかなり激しい流亡を受けていることは注目すべきところである。春播麦類の収穫後に強雨の頻発する本道に於てはこれら作物収穫後の土地管理，土壌侵蝕防止に関しては充分なる考慮を払うことが大切である。アスパラガス，除虫菊による土壌流亡もやや顕著にあらわれている。アスパラガスは移植の第1年目からやや多量の土壌を流亡せしめていたが，第2年目に至りその程度は一層甚だしくなつて来たものである。又燕麦跡地の除虫菊は積雪直前までの降雨と土壌流亡との関係は明瞭でないが，2年目に至りアスパラガスとほぼ同量の水と土壌を失つている。これらのことから羊蹄山麓地方に於ける最も主要な換金作物として重要視されているアスパラガスの管理に対しては更に研究の余地のあることを示していると共に，従来傾斜地に対して適作物であると

考えられていた除虫菊が土壌保全の面から果して傾斜地に好適のものであるか否かについては更に一考を要すべきものであると云えよう。玉蜀黍は第1年目，第2年目を通じてかなり多量の流亡を示しているが，第1年目の場合を見ると生育の盛期に起つた台風時に土壌流亡量が比較的少なかつたことは，この作物の茎葉による雨滴遮断効果が認められたものと思われる。尚収穫期後の残存刈株は播種直後のライ麦よりもむしろ有効に流亡を阻止していることが見られる。又馬鈴薯は玉蜀黍よりも稍々多量の流亡を示しているが，収穫前は収穫後に比して総降水量が著しく多いにも拘らず流亡土壌量は逆にほぼ半量となつており，1ℓの水によつて運ばれた土壌は収穫前は僅か2.6gにすぎず，玉蜀黍その他の作物よりも少ないが，収穫後のそれは12gで約5倍を示している。即ち栽培期間中は培土等によつて流亡はやや抑えられるが収穫後は地表面は平滑となり侵蝕に対する抵抗性が全く失われるためであることを示している。土壌流亡量の最も少なかつたものは多年生牧草で，既にしばしば述べられている如く牧草の土壌侵蝕防止効果の極めて顯著なることを明瞭に示している。多年生牧草は播種当初の1年目の地上部，地下部共に発育が未だ不充分であつた時期から侵蝕防止の効果は明瞭であつた。発芽直後に於ては流亡量は稍々多かつたものであるが，生育の進むに伴い漸次少なくなつており，Helen, Jane 台風時に至れば流去率は他の区に比して僅少であつたが，その後の Kezia 台風時には殆んど完全に侵蝕を防止し得たことは注目に価するものである。その後生育は益々良好となると共に第2年目に於ては何れの降雨に際しても土壌の流亡は殆んど見られなかつたものである。一方赤クロバーは播種2年目であるから侵蝕防止効果は1年目の多年生牧草より大なるものであろうと予想していたが反対にやや劣つた結果を示した。これは前年の播種がほぼ上下方向に行われており，しかもその生育状況がやや整一を欠いていたためであると考えられるもので，赤クロバーと禾本科牧草との本質的の差異によるものであるとは考えられないが，この点に関しては更に検討を加える予定である。

流去水中の植物養分に関しては，先にシチエクレイン[5]は1ℓ中に含まれる量を測定して窒素7.1mg燐酸 1.2mg，加里14.4mg であつたと報じているが，本試験区について1950年9月27日から10月3日に亘る降雨量 51.1mm の際の流去水を採取し分析を行つた結果は第5表に示す如くである。

第 5 表　流去水中の肥料成分含量

Table 5　Contents of nutrients in run-off-water.

区別	区当流去水量 mm	NH_3—N 1ℓ中mg	NH_3—N 区当mg	KO_3—N 1ℓ中mg	KO_3—N 区当mg	P_2O_5 1ℓ中mg	P_2O_5 区当mg	K_2O 1ℓ中mg	K_2O 区当mg	CaO 1ℓ中mg	CaO 区当mg	流去成分含量 mg
1	85.3	4.64	395.8	0.82	15.5	0.44	37.8	12.89	1099.1	20.25	1726.9	3275.1
2	92.6	2.85	263.5	0.22	20.1	0.03	2.9	2.19	848.9	11.04	1022.6	2184.1
3	29.6	3.77	111.7	0.25	7.3	0.05	1.5	6.56	194.1	33.13	980.6	1295.2
4	59.3	6.49	384.9	0.67	39.7	0.41	24.6	11.39	675.4	40.49	2401.1	3521.7
5	90.5	1.23	111.6	0.38	34.0	1.76	15.7	9.12	825.7	11.04	999.4	2134.8
6	70.7	2.51	117.5	0.49	34.5	0.20	14.2	13.79	974.6	25.77	1821.7	2962.5

備考　本調査は9.27～10.3に亘る降雨期間中の流去水によるものである。

全区を通じて最も流亡量の多かつたのは石灰で，加里がこれに次いで多くなつている。燐酸はアスパラガスの1例を除けば何れも極めて少なくなつており，燐酸吸収力の極めて大なる火山性土壌の一特徴を示しているもののように見受けられる。次に各成分の流亡量を作物別に見ると，単位水量中の窒素は多年生牧草区が最も多く，赤クロバー区がこれに次いで多くなつており，裸地跡のライ麦区も比較的高い値を示している。燐酸はアスパラガス区が特に目立つて多くなつている外は何れも極めて僅かではあるが，赤クロバー及び多年生牧草が幾分多くなつている。加里及び石灰

についても多年生牧草区及び赤クロバー区が高い値を示しており，植付直後の除虫菊もまた相当多量を示している。一方区当り流亡成分の絶対量は，単位水量中の含量と流去水量の多少によつて規定されるものであるから，単位水量中の含有量とは必ずしも平行的の関係は認められないものではあるが，流亡成分の総量は赤クロバー区と多年生牧草区が最も多くなつており，これに次いで植付直後の除虫菊もやや多くなつている。最も少ないのは裸地跡の秋播ライ麦区であつた。侵蝕防止効果が他作物に比して著しく高い性質を有する禾本科牧草類及び赤クロバー区の流亡養分量が特に多いことは奇異の感を抱かさせるものであるが，この原因については全く不明であつて，作物の種類による流亡養分量，作物の生育過程と流亡成分の消長，流去土壌の理化学的性質等については更に今後の研究に俟つべきものである。

4. 摘　　要

数種の作物を栽培し生育期間中の降雨の性質，これによつて引き起された流亡土壌，流去水量並びに流去水中の植物養分含量を測定したが，1950年及び 1951 年の結果を要約すれば次の如くである。

1. 侵蝕に影響すると推定される降雨の型を仮にⅠ型（10分間2mm 以上，降雨量20mm 以下），Ⅱ型（2～4mm，20mm以上），Ⅲ型（4mm以上，20mm 以上）に分類して考察すると，1950年はⅢ型4回，Ⅱ型1回で降雨回数は少ないが強雨回数が多く，1951年はⅢ型3回，Ⅱ型2回，Ⅰ型 5 回で，降雨回数は多いが侵蝕に影響すると考えられるものの回数は前年と大差がないが強雨は殆んどなかつた。

2. 1950年には春季の降雨は殆んどなく，夏から秋季，特に 9 ～10月の作物收穫期に強雨が集中していた。1951年は作物生育期間の降雨回数は多いが強度は小さく，9 月に強雨がしばしば襲来している。

3. 土壌流亡は概して強度の大なる雨によつて著しく示された。第 1 年目は土壌流亡量は一般に少ないが各区の土壌の状態が膨軟で透水性が大となつていたためと思われる。

4. 土壌流亡の最も甚だしかつたのは裸地一秋播ライ麦一裸地区で，特にライ麦收穫後の流亡は極めて著しかつた。ライ麦は播種直後の降雨によつてかなり多量の土壌が流亡したが第 2 年目には侵蝕防止効果は顯著であつた。

5. 燕麦も生育初期には大なる効果を認められないが，生育の進むと共に侵蝕防止効果は増大した。

6. アスパラガス，除虫菊は裸地に次いで多量の土壌を失つている。

7. 馬鈴薯は收穫後の流亡が顯著であつた。

8. 玉蜀黍の流亡量は馬鈴薯よりやや少なく，收穫後の刈株の効果が幾分認められた。

9. 流亡量の最も少なかつたのは多年生牧草であつた。牧草類は生育の進むと共に侵蝕防止効果は次第に増大し，2 年目には殆んど完全に土壌の損失を防いだ。

10. 赤クロバーは牧草より幾分劣つていた。

11. 流去水中の養分量の最も多かつたのは石灰で，加里がこれに次ぎ，燐酸は最も少なかつた。

12. 区当り養分流亡量は赤クロバー，多年生牧草が極めて多く，除虫菊がこれに次いでいる。最も少なかつたのはライ麦であつた。

本報告取纒めに当り懇篤なる助言を賜つた北海道大学教授石塚喜明博士並びに調査に協力せられた傾斜地研究室の各位に深謝の意を表する。

参 考 文 献

1. Ayres, C. E., : Soil erosion and its control. 1936 (New York & London).
2. Baver, L. D., : Soil physics 1948 (New York).
3. Bennett, H. H., : Soil conservation 1939 (New York & London).
4. Saloan, S. L., Jacklm, A. W. and Kaiser, U. G., : Jorurn. Amer. Soc. Agron, 31, 300～313 (1939).
5. バンコフ，ア．エム，：満鉄調査局訳　土壌侵蝕防止の研究　昭和18年，140頁.
6. シチエクレイン．エス．エル，：同　上，412頁.

Résumé

Cultivating several crops, the authors measured the characteristics of precipitations, amount of soil eroded by the rainfalls, run-off-water and nutrients carried by run-off-water. The results of 1950 and 1951 are summarized as follows:

1. Classified the type of precipitation which are assumed to influence soil erosion, temporarily, as follows:

	Maximum per 10 min.	Total precipitation.
Type I	2 mm >	20 mm <
Type II	2-4 mm	20 mm >
Type III	4 mm >	20 mm >

In 1950 there were 4 occurrences of Type III and one of Type I, in 1951 three of Type III, two of Type II, and five of Type I. It should be clarified that in 1950 the occurrences of rainfall were few but heavy rains occurred frequently, while in 1951 the number of rainfalls was large and the rains which influenced soil erosion were almost the same as in the preceding year, but there happened only a few heavy rains.

2. In 1950 the rainfall occurred concentrately in September and October, which is the period of growth but the falls were not intense, whilst in September there happened heavy rains.

3. In general, intense precipitations caused comparatively greater soil losses. In the first year, the soil losses were comparatively small and the reason therefor was believed to be that the soil of every plot was loose and permeable.

4. During this period, the plot of bare land—winter rye—bare land showed the most soil loss, especially the soil was lost during the bare condition after the harvest of winter rye. Winter rye plot lost soil considerably by the rain which directly followed on seeding, but in the following spring the good effect of erosion control was evident.

5. Regarding use of oats, as an erosion control crop, the effect was not evident in the early stage of germination, but according to the process of growth, it was increased gradually.

6. Next to bare land, asparagus and pyrethrum plots lost large quantities of soil.

7. In the plot of potatoes, the soil loss after harvest was evident.

8. The soil loss of the corn plot was smaller somewhat than that of potatoes, and the stalls which remained after harvest evidensed some effect for erosion control.

9. Permanent grass plot showed the least soil loss. According to the growth, the grass increased the effects of erosion control gradually, and then, in the second year, checked the soil loss almost perfectly.

10. The red clover showed an inferior effect of erosion control to that of grass.

11. Among the nutrients which were carried by run-off-water, the quantity of calcium was the most, succeediug by potash, whilst phosphorous was the least.

12. Per plot, red clover and permanent grass lost the most quantity of nutrients, next was pyrethrum plant, the third was corn and asparagus whilst winter rye plot lost the least.

土壌改良剤に關する研究

第1報　Krilium 添加による土壌の理化學性に及ぼす影響

西潟高一*　森　哲郎**　竹內　豊**　塚原眞市***

STUDIES ON SOIL CONDITIONERS
I. INFLUENCE OF TREATMENT WITH KRILIUM UPON THE PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOILS

By Takaichi NISHIKATA, Tetsuro MORI,
Yutaka TAKEUCHI and Shinichi TSUKAHARA

緒　　言

土壌構造或いは団粒が作物の生育に与える影響の大きいことは GEORGE,[5,21] BAVER,[2,3] LAWTON,[14] WILSON,[39] LYON,[15] RUSSELL,[32] HAGIN 等[11,27,33] によつて早くから論ぜられ，更に HAGIN は土壌の団粒は作物の養分吸收の割合にまで影響を与えると述べている。

一方 Polyuronide や Polysaccharide が土壌構造の改良安定化に効果あることが SHOREY,[35] MARTIN,[16,17,18] GEOGHEGAN,[8,9] SWABY,[36] QUASTEL[28,92] 等によつて報告されている。しかし自然界に生成されるかかる物質を実際に施さんとする場合には，これらを含有するものを多量に使用する必要があり，しかもその効果はバクテリア等の分解作用により永続出来ないうらみがある。よつてこれらに代る人工的物質によつて団粒化を効果的に促進することが最近研究され，珪酸ソーダ,[13] 珪酸カリ,[6] dimethyldichlorosilane,[37] alginic acid,[12,28,29] cellulose[7,10,12,28] 等の無機有機の各種物質が取りあげられて来た。しかしこれらの物質中には土壌の団粒安定化に好結果をえても植物の生育に害を与えたり,[20] バクテリアの発育を阻止したり，又経済的に不利である等の為実用化に至つたものが見出されなかつた。しかるに最近に至りアメリカ合衆国 Monsanto Chemical and Plastic Co. の QUASTEL, HEDRICK 等は，水溶性合成多価電解質の中に，比較的少量を土壌に添加することにより，種々の障害を起すことなく，粘質土壌の構造を改良することが可能なもののあることを認めた。[1,12,19,23,24,30,38] 即ち Polyacrylonitrile の加水分解により作られた Na 塩の CRD-189, 多くの Ca イオンを含む Carboxylate された重合物 CRD-186 その他の一群で，Monsant Co. はこれらに Krilium と名付け，土壌改良剤 (Soil Conditioner) として売出した。その後これに刺戟され Acrylon, Aerotil, du Pont Soil Conditioner, Poly-Ack 等種々の改良剤が製造され,[34] わが国に於ても最近ポリソー， A-22 等が試作されている。

これらは何れもその第一次効果として土壌の団粒の量及びその安定性を増大するにあつて，その結果通気性・通水性・水分保持力を増大し，蒸散速度を鈍らせ，土壌の耕耘を容易にし，結果的に植物の生育を良好ならしめるもので，特に粘質土壌にその効果が顯著であると称せられ，更に又土壌侵蝕防止の効果も大なるものであると云われている。[38] しかもこれは土壌中に於てバクテリア等によ

---

* 農芸化学部，**同土壌第2研究室
***元農業物理部農業土木研究室

る分解を受けない為その効果の持続性は大なるものであると述べられている[12]。

筆者等はかかる土壌改良剤が種々の土壌に対し如何なる影響を及ぼすかを知り，加えて本道に広く所在する特殊土壌及び傾斜地の土地改良及び土壌保全方策に資せんが為にこの研究に着手した。幸い昨年 Monsanto Chemical Co. の Krilium 9 を入手し，重粘土及び沖積土に対し若干の実験を行つたので取敢ず報告する。

實驗試料

本実験に使用した Krilium 9 は黄色粉末で，水に完全に溶解するが粘稠性を帯び，アルカリ性反応を呈している。

水に対する Krilium 添加量

		0.01%	0.1%	0.5%	5.0%
pH	キンヒドロン法	7.89	8.53	8.60	-
	硝子電極法	7.62	8.86	9.05	9.01

供試土壌としては沖積土（琴似町，北海道農業試験場圃場内土壌）及び重粘土（紋別町，重粘地研究室圃場内土壌）を風乾し，径 2mm の篩にて篩別し実験に供した。

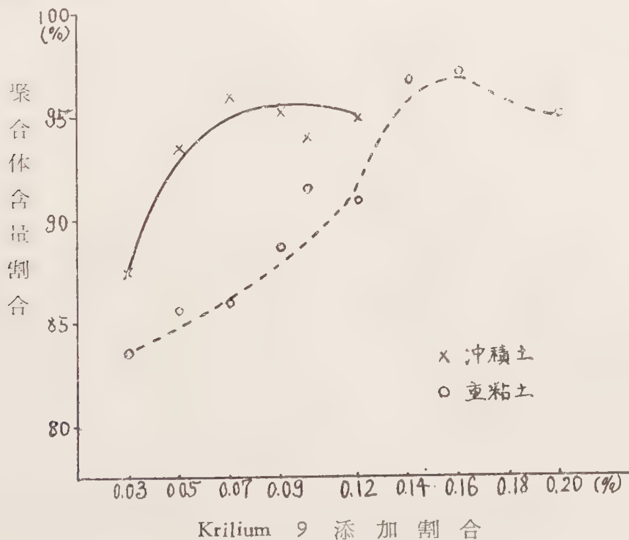
Krilium 添加適量を知る為種々の割合に土壌に添加し，径 0.25 mm の篩を用い YODER 法[40]を改変した水中振盪篩別法により聚合体形成状況を測定した。その結果は第1表，第1図に示す如くで，この結果から沖積土に対しては土壌重量の 0.08% 重粘土に対しては 0.15% を添加適量と定め，風乾細土に夫々の量と土壌重量の 40% 相当の水とを加え，バット上で充分混和した後 30°C で熱風乾燥を行い，これを爾後の実験材料とした。

第1表 Krilium 添加量と聚合体形成*

Table 1 Per cent aggregates >0.25mm at various concentrations of Krilium 9.

Krilium 添加割合 (%)		0.03	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
聚合体(%)	沖積土	87.50	93.52	96.01	95.20	94.05	95.07	—	—	—	—
	重粘土	83.64	85.63	85.81	88.72	91.64	91.00	96.90	97.23	95.01	95.20

*土壌に Krilium を添加混合して1夜放置後1時間水に浸漬，0.25.nm の篩を用い水中で3分間振盪し篩中に残存せる土壌重量の全重量に対する割合を以て聚合体%とした。



第1図 Krilium 添加量と聚合体形成

Fig. 1 Aggregation curve at various concentrations of Krilium 9.

實驗結果及び考察

日本農学会法及び分散剤たる NH_4OH を使用

せず水のみで同様の操作を行い試料の粒径分布を測定した結果は第2表の如くで，何れの方法によるも Krilium の添加により 0.01mm 以下の細かい粒子が減少していることが認められる。

第2表 供試土壌の粒径分布

Table 2 Distribution of particle size of the treated or untreated soil with Krilium 9 (% at air dry matter).

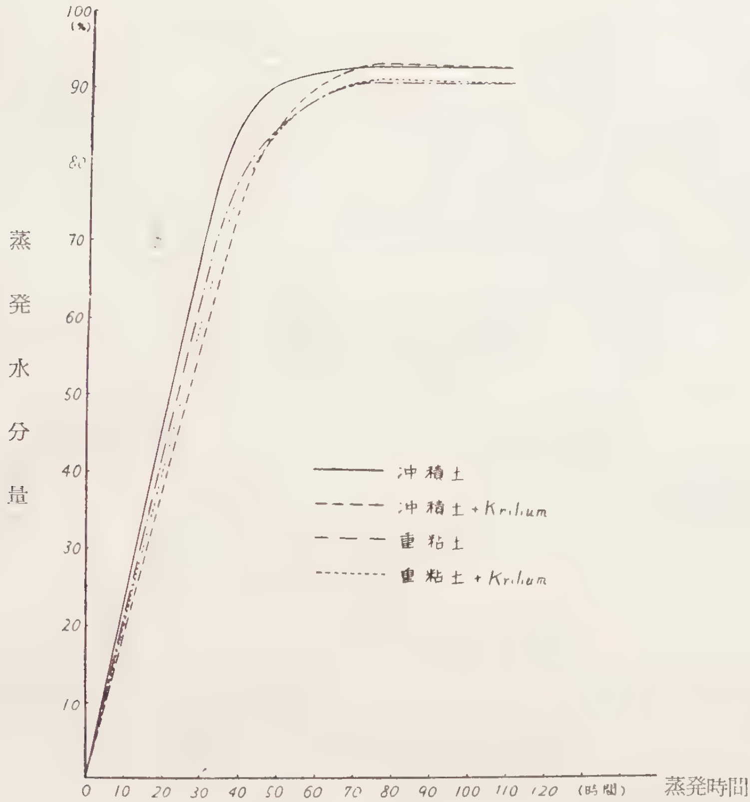
粒 径 (m. m.)	沖積土		重粘土		備 考
	無添加	Kririum 添加	無添加	Krilium 添加	
2.00～0.25 (%)	5.75	8.71	2.02	2.14	日本農学会法
0.25～0.05 (%)	25.81	25.35	9.06	5.99	
0.05～0.01 (%)	22.02	29.13	9.26	15.32	
>0.01 (%)	53.58	63.19	20.34	23.45	
<0.01 (%)	46.42	36.81	79.66	76.55	
2.00～0.25 (%)	6.18	8.80	6.00	5.08	分散剤使用せず
0.25～0.05 (%)	27.74	27.32	9.34	10.57	
0.05～0.01 (%)	24.10	25.34	15.09	17.58	
>0.01 (%)	58.02	61.46	30.43	33.23	
<0.01 (%)	41.98	38.54	69.57	66.77	

次に試料の理学性に対する Krilium 添加の影響を測定した結果は第3表及び第 2，3 図に示す如くである。

第3表 土壌の理学性に対する Krilium 処理の影響

Table 3 Effect of Krilium 9 on physical properties of the soils.

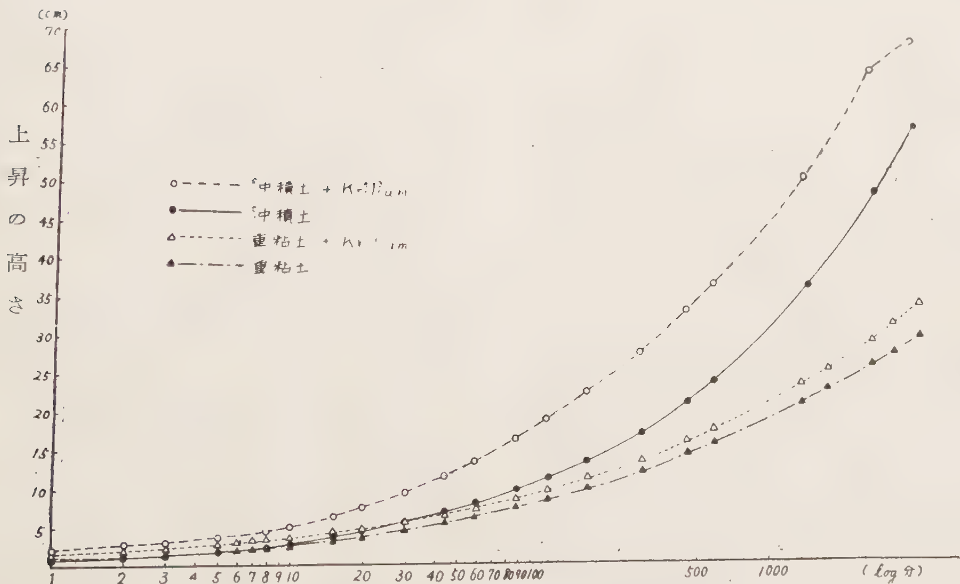
	沖積土		重粘土		備 考
	無添加	Krilium 添加	無添加	Krilium 添加	
含水率 (%)	2.46	2.32	4.06	3.61	
容積比重 (粗)	0.942	0.891	0.865	0.853	
〃 (密)	1.093	1.019	0.968	0.954	
真比重	2.665	2.645	2.537	2.524	
孔隙 (粗)(%)	64.65	66.31	65.90	66.20	
〃 (密)(%)	58.99	61.47	61.84	62.20	
容水量 (粗)(%)	57.55	63.54	71.36	76.03	
(密)(%)	48.24	54.42	61.94	63.73	
水分当量 (%)	41.00	45.91	48.41	50.68	BOUYOUCOS 法による[4)]
水中沈定容積 (c.c.)	125	130	152	150	
10%NH_4OH中沈定容積 (c.c.)	126	138	164	166	
10cmの高さに吸昇せし時間 (粗)(分)	64	21	58	55	
10cmの高さに吸昇せし時間 (密)(分)	90	46	175	135	
透水度 (cm/sec)	1.17×10^{-4}	7.63×10^{-4}	1.09×10^{-3}	1.26×10^{-3}	以下土質試験法による[26)]
液性限界 (%)	47.9	49.5	62.6	63.8	
塑性限界 (%)	41.3	42.5	43.4	43.5	
塑性指数	6.6	7.0	19.2	20.3	
収縮限界 (%)	30.5	34.2	35.0	38.4	
収縮比	1.38	1.32	1.25	1.16	
体積変化 (%)	133	132	145	143	



第2図 水分蒸発速度に対する Krilium 添加の影響

水で飽和した土壌を32°Cで乾燥し，飽和水分量に対する蒸発水分量の百分比で示す。

Fig. 2 Effect of Krilium 9 on the rate of evaporation.



第3図 供試土壌の毛細管上昇速度

Fig. 3 Effect of Krilium 9 on the rate of capillary movement.

以上の結果から Krilium の添加によつて比重は僅かに減少し孔隙量の増加が認められる。水に関係した性質としては容水量，水分当量等水の保持力が増大し，蒸散速度は遅くなつており，又透水度，毛細管上昇速度も増加し，特に透水度は著しい増加を示している。

液性限界，塑性限界，収縮限界は何れも大となつている。

次に土壌侵蝕に対する抵抗性を測定した結果は第4表の如くで，Krilium 添加により耐水性団粒の初期安定度は増大し，分散率，侵蝕率等は何れも減少の傾向を示し，土壌侵蝕に対する抵抗性を増加せしめることを示しているが，これらに就いては今後尚よく検討したい。

第4表 土壌侵蝕性に対する Krilium 添加の影響

Table 4 Effect of Krilium 9 on the erodibility of the soils.

	沖積土		重粘土		備考
	無添加	Krilium 添加	無添加	Krilium 添加	
聚合体 4分振盪 (%)	85.20	93.20	88.86	98.77	Russell and Feng[21] 法[25]を改変して行つた
聚合体 9分振盪 (%)	72.15	81.47	82.85	86.71	
耐水性初期安定度	0.753	0.768	0.699	0.791	
分壊度	0.205	0.166	0.086	0.161	
Clay (0.002mm>) (%)	15.89	15.76	60.18	57.78	Middleton[22] 法による
Silt+Clay (0.02mm.>) 完全分散(%)	39.98	39.20	78.59	74.17	
Silt+Clay (0.02mm.>) 1%懸濁液中(%)	17.73	13.31	10.00	9.54	
分散率	44.35	33.95	12.72	12.86	
Clay／水分当量	0.388	0,343	1.243	1.140	
侵蝕率	114.42	98.89	10.23	11.28	

尚，沖積土と重粘土との間に於ては孔隙，容水量，水分当量，透水度，毛細管上昇速度，侵蝕率等に於て Krilium 処理の影響が重粘土より沖積土に大きく現われており，従来の文献によるものとは幾分差異が認められるものである。しかしこれは供試した重粘土は表土のみでその腐植含量が 8.93％であるに対し，沖積土は 3.75％でその相違による影響，或いは他の何等かの影響によるものとも考えられ更に検討を要するところである。

各試料につき二，三の化学的性質を測定した結果は第5表の如くで，Krilium 添加により pH が高くなり，不飽和度は低くなる。又置換容量及び窒素・燐酸に対する吸収力が大となつている。沖積土重粘土間では Krilium 添加の影響の差異は殆んど見られなかつたが，ただ燐酸に対する吸収力の増加のみは沖積土にやや顯著に現われている。

第5表 土壌の化学的性質に及ぼす Krilium 添加の影響

Table 5 Effect of Krilium 9 on chemical characteristics of the soils.

	沖積土		重粘土		備考
	無添加	Krilium 添加	無添加	Krilium 添加	
pH	5.69	5.77	4.39	4.52	
置換容量 (m.e./100g)	28.12	30.28	41.09	44.34	
置換性水素 (m.e./100g)	9.79	10.28	31.32	33.01	
置換性塩基 (m.e./100g)	18.33	20.00	9.77	11.33	
不飽和度	34.81	33.94	76.21	74.45	
吸収力 窒素	288	340	386	477	
吸収力 燐酸	683	848	1225	1250	

以上の実験結果から Krilium 添加により土壌の理化学性の変化は明らかに認められ，かかる性状の変化は作物の生育に好結果を与えるものであると考えられるが，この点に関しては目下圃場試験を実施して検討中である。

要　　約

土壌改良剤 Krilium 9 の土壌に対する影響に就て沖積土，重粘土を用いて実験した。その結果

1. Krilium 9 はアルカリ性反応を呈し，聚合体分析の結果から土壌に対する添加適量は沖積土 0.08％，重粘土 0.15％であつた。

2. Krilium の添加により団粒化の傾向が認められ，孔隙量の増加と共に，透水度，毛細管上昇速度，水の保持力は増加し，蒸散速度は遅くなつた。又液性限界，塑性限界，収縮限界等は増大し耐水性初期安定度，侵蝕率等土壌侵蝕に対する抵抗性も増大した。pH が高くなり，不飽和度は低くなつて，置換容量，窒素・燐酸に対する吸収力が大となつた。

3. Krilium 添加の影響は沖積土の方が重粘土より著しかつた。

終りに臨み，Krilium 9 の入手に便宜を與えられた農林省農業改良局今泉企画官，又実験に援助を與えられた横山偉和夫技官，松実成忠技官の各位に深甚の謝意を表する。

参 考 文 献

1) Allison, L. E., 1952. Soil Sci., 73 : 443～454.
2) Baver, L. D. and R. B. Farnsworth, 1941. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 5 : 45～48.
3) Baver, L. D., 1948. Soil physics. New York.
4) Bouyoucos, G. J., 1929. Soil Sci., 27 : 233～241.
5) Breazeale, J. F. and W. T. Mc George, 1937. Ariz. Agr. Exp. Sta., Tech. Bul. 69.
6) Dutt, A. K., 1948. Soil Sci. Soc. Amer., Proc., 12 : 497～501.
7) Felber, I. M., 1944. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc., 45 : 331～337.
8) Geoghegan, M. J. and R. C. Brian, 1946. Nature, 158 : 837.
9) Geoghegan, M. J. and R. C. 1948. Biochem. Jour., 43 : 5～14.
10) Geoghegan, M. J., 1950. Fourth Intern. Cong. Soil Sci. Trans., 1 : 198～201.
11) Hagin, J., 1952. Soil Sci., 74 : 471～478.
12) Hedrick, R. M. and D. T. Mowry, 1952. Soil Sci., 73 : 427～441.
13) Laws, W. D. and J. B. Page, 1946. Jour. Amer. Soc. Agron., 38 : 95～97.
14) Lawton, K., 1946. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 10 : 263～268.
15) Lyon, T. L. and H. O. Buckman, 1948. The nature and properties of soils. ed 4. New York.
16) Martin, J. P. and S. A. Waksman, 1941. Soil Sci., 52 : 381～394.
17) Martin, J. P., 1943. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 7 : 218～222.
18) Martin, J. P., 1945. Soil Sci., 59 : 163～174, 1946. do., 61 : 157～166.
19) Martin, W. P., G. S. Taylor, J. C. Engibous, and E. Burnett, 1952. Soil Sci., 73 : 455～472.
20) Mc Calla, T. M., 1945. Soil Sci., 59 : 287～297.
21) Mc George, W. T. and J. F. Breazeale, 1938. Ariz. Agr. Exp. Sta. Tech. Bul., 72.
22) Middleton, H. E., C. S. Slater and H. G. Byers, 1932. U. S. D. A. Tech. Bul., 316 : 1934. do., 430.
23) Monsanto magazine, 1952. Krilium Soil conditioner. 31, No. 1. Monsanto Chemical and Plastics Co.
24) Nason, H. K., 1952. Clarifying the Soil conditioner confusion. Monsanto Chemical Co.
25) 西潟高一，1951. 土壌侵蝕に関する研究集録，65～71.
26) 農林省農地局建設部設計課，1950. 土質試験法.
27) Page, J. B. and C. J. Willard, 1947. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 11 : 81～88.
28) Quaster, J. H. and D. M. Webley, 1947. Jour. Agr. Sci., 37 : 257～266.
29) Quaster, J. H., 1952. Soil Sci., 73 : 419～426.
30) Ruehrwein, R. A. and D. W. Ward, 1952. Soil Sci., 73 : 485～492.
31) Russell, M. B. and C. L. Feng, 1947. Soil Sci., 63 : 299～304.

32) RUSSELL, E. J., 1950. Soil conditions and plant growth. ed 8. London.
33) RYNASIEWICZ, J., 1945. Soil Sci., 60 : 387~396.
34) 神原周, 1953. 化学と工業, 6, 98.
35) SHOREY, E. C. and J. B. MARTIN, 1930. Jour. Amer. Chem. Soc., 52 : 4907~4915.
36) SWABY, R. J., 1950. Jour. Soil. Sci., 1 : 182~194.
37) Van BAVEL, C. M. H., 1950. Soil Sci., 70 : 291~297.
38) WEEKS, L. E. and W. G. GOLTER, 1952. Soil Sci., 73 : 473~484.
39) WILSON, H. A. and G. M. BROWNING, 1946. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 10 : 51~57.
40) YODER, R. E., 1936. Jour. Amer. Soc. Agron., 28 : 337~350.

Résumé

The authors of this article studied the effect of soil conditioner, Krilium 9, on the physical and chemical characteristics when added to alluvial soil and heavy clay soil. The results were as follows :

1. Krilium 9 showed alkaline reaction in water solution. From the aggregate analysis, the proper amount of Krilium 9 required was 0.08% by dry weight on alluvial soil and 0.05% on heavy clay soil.

2. Effect of Krilium 9 on the physical and chemical characteristics was determined. It was found that the soils formed aggregates> 0.25 mm evidently, increased in respect to porosity, permeability, capillary movement and water holding capacity, and reduced as to the rate of evaporation. Liquid limit, plastic limit and shrinkage limit were also increased. Stability against soil erosion increased, too. That was to say, the value of "Initial stability" increased and erosion ratio decreased. The pH value of the soil was increased, whilst there was reduction in degree of unsaturation and increase in base exchange capacity, and absorption capacity both for nitrogen and phosphate by treatment with Krilium 9.

3. Comparing alluvial soil and heavy clay soil, the effect of Krilium 9 was more evident on the former than the latter.

"ムレ苗" 發生に關する研究
第1報 土壤反應が "ムレ苗" 發生に及ぼす影響

西潟高一* 今野正二** 長沼祐二郎**

STUDIES ON THE OUTBREAK OF PHSYICAL DAMPING OF RICE PLANT, SO-CALLED "MURENAE", IN FRAME NURSERY
PART I. INFLUENCE OF SOIL REACTION ON THE OUTBREAK OF "MURENAE"

By Takaichi NISHIKATA, Syōzi KONNO and Yuziro NAGANUMA

緒　　言

北海道に於ける稲作法に温冷床育苗法が採用されたのは昭和6～7年頃であるが，この方法が寒地稲作に安全確実なる收穫を挙げる上に顯著なる成果を收め得たため，年々増加して現在では北海道稲作の半ば以上がこれによつている状況である。しかし温冷床育苗に際し最も大なる障害を与えているものの一つに所謂"ムレ苗"の発生がある。"ムレ苗"は菌類の寄生によつて起る立枯病の病徴と外観上酷似しているが，立枯病の如く地際の部分が腐敗することなく，常に新根を発生し得る能力を有し，その後の天候，管理の如何によつて回復する場合があり，又本田に移植すれば回復する特徴を有している。"ムレ苗"に関しては既に二，三の研究が行われており，田中[1]は菌類の寄生によるものではなく稚苗の生理障害によつて起るものであるとの見地から，立枯病と区別するため"ムレ苗"と名付け，床土内の炭酸ガスの過剰並びに酸素の不足が発生の一要素であるとし，又大谷[2),3)]は温冷床内の水蒸気圧が16mm以上で育苗し，苗の細胞液濃度が0.31 mol以下になつた場合に発生することを実験的に証明した。

これらの実験から"ムレ苗"の予防策として障子の取扱注意，発芽揃前後の灌水注意，過酸化水素の撒布等が指導され，又"ムレ苗"の発生は肥沃土に少なく瘠薄土に多い傾向の見受けられること，泥炭地に少ないこと等が経験的に知られているので，床土の培養，泥炭土の客入等が予防策として有効なものであると云われている。しかし以上の如き方法を行つても尚"ムレ苗"の発生は跡を絶たず，農家はこれによつて悩まされている事実から見て，"ムレ苗"の発生には尚その他の因子が影響していることが想像されるのである。

かくの如く"ムレ苗"発生原因については未だ明らかにされていない点が多いため根本的対策を講ずることが出来ない現状にある。従つて"ムレ苗"発生の原因を解明することによつて健苗の育成に資するところ多く，北海道の稲作進展に極めて重要なる意義を有するものであると思われるので，"ムレ苗"発生に関して一，二の調査を行い，これに基き研究を開始した。

著者等は"ムレ苗"発生状況を調査の結果，この型態に2種類あることを観察した。即ち

第1型：第3葉半ば頃までは順調な，むしろ普通以上の生育を続けていたものが，第3葉末乃至第4葉初頃の本田移植直前に至り，急激に葉を針状に捲いて萎縮して来る場合である。この型は障子の下で軟弱に育つたものが障子の取外し或いは破損等の為，急に強い日照或いは乾燥外気に当つた場合発生するものが多く，その発生状況は極め

* 農芸化学部　**元同肥料研究室
***北海道農業改良課

て急激な症状を呈するもので，この種のものを一応「激発性」とする。

第 2 型：発芽後20日前後(第 2 葉終～第 3 葉初）から床内に点々と雲斑状に発生し，葉を針状に捲いて萎凋し，次いで葉先から漸次下部に向つて褪色黄変する。この現象は外部の強い日照或いは低冷乾燥した外気に当ることによつて促進される。又葉先を捲き上げることなく生育不振となり漸次黄変する場合もある。何れの場合も症状の甚だしいものは遂に枯死するが，大部分は移植期まで持ち越すのが普通である。この種のものを一応「漸発性」とする。

従来“ムレ苗”と称せられていたのは第 1 型に属するものが多く，試験研究もまたこれを対象としていたように見える。第2型漸発性“ムレ苗”は既に以前から発生していたものであるが，激発性“ムレ苗”の発生が最近少くなると共に特に顯著に見出されるようになつた。著者等は第 2 型“ムレ苗”発生の一因子として床土の反応に着目し，昭和24年，25年に亘り，普通生育部と発生部床土の pH を測定した結果，両者間に明らかな差異を認め，床土の反応が重要なる関係を持つものと考えられたので，更にこの結果に基き発生原因探求の一方法として土壌反応の調節により“ムレ苗”の発生を抑制し，或いは被害苗の回復を図ることが可能であるか否かを明らかにせんとして一，二の実験を行つたので，これらの結果を取りまとめここに報告せんとするものである。

I　土壌反應と“ムレ苗”發生に關する調査

實 驗 方 法

1. 試料の採取　“ムレ苗”は通常同一床内でも雲斑状に点々発生するので，同一床内での普通生育部分と発生部分の床土を夫々採取したが，両者の距離は近い場合は 90 cm，遠い場合でも 2 m を出ない程度である。

2. pH の測定　測定は採取地の関係上，採取当日行つたものあり又 2 ～ 3 日後に行つたものもあるため，試料中には若干水分を蒸発したものはあつたが，何れも風乾状態にまで乾燥することなく大概原土状態に於て測定したものと云つて差支えない。測定はカロメルキンヒドロン電極法によつた。

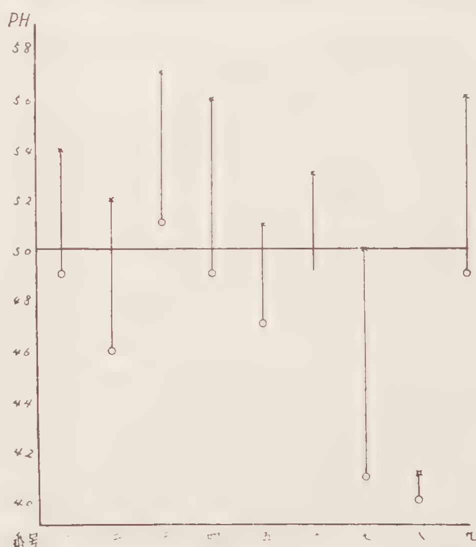
實 驗 結 果

昭和24年 9 箇所について測定した結果は第 1 表並びに第 1 図に示す如くである。

第 1 表　昭和24年度成績

Table 1　Investigation of 1949.

試料番号	採集個所	床上 pH 普通生育部	床上 pH ムレ苗発生部	差
1	北大圃場冷床	4.9	5.4	0.5
2	農試冷床	4.6	5.2	0.6
3	〃	5.1	5.7	0.6
4	〃	4.9	5.6	0.7
5	白石村農家冷床	4.7	5.1	0.4
6	〃	—	5.3	全面発生
7	〃	4.1	5.0	0.9
8	〃	4.0	4.1	0.1
9	〃	4.5	4.9	0.4



第 1 図　ムレ苗発生と床土 pH の関係（昭和24年調査）

Fig. 1　Relation between pH value and “Murenae” outbreak. (Investigation in 1949)

各試料共普通生育部床土の pH は“ムレ苗”発生部位のそれよりも何れも低くなつており，試料 8 を例外とすれば，“ムレ苗”発生部位の pH は大体 5.0附近以上を示し，発生限界は 5.0附近にあるかの如く見受けられる。

昭和25年度には前年度に於て認められた傾向を

確認するため，更に多数の試料について測定した。　結果は第2表及び第2図に示す如くである。

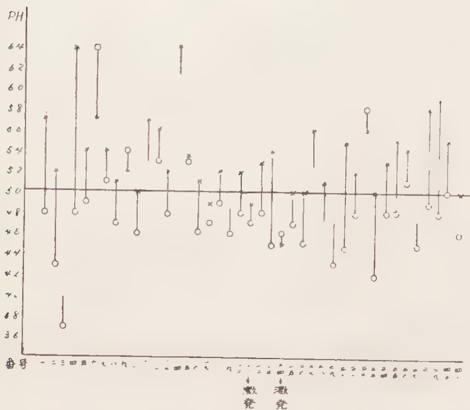
第2表　昭和25年度成績

Table 2　Investigation in 1950.

試料番号	採集町村，部落	採集農家	地質*	土性**	床土のpH 普通生育部	床土のpH ムレ苗発生部	床土のpH 差	備考
1	岩見澤，西川向	景安末吉	A.	T	4.8	5.7	0.9	
2	〃	〃	〃	〃	4.3	5.2	0.9	
3	〃	景安俊三	〃	H̄CL	3.7	—	—	生育良好，ムレ苗なし
4	〃	小田某	〃	H̆CL	4.8	6.4	1.6	
5	江別，上江別	鈴木敏雄	D.	H̄CL	4.9	5.4	0.5	紙被覆陸苗代
6	〃	〃	〃	〃	6.4	5.7	(−)0.7	
7	〃	佐藤良	〃	Ḣ L	5.1	5.4	0.3	
8	〃	菊田惣太郎	〃	ḢCL	4.7	5.1	0.4	
9	〃	高山孝作	〃	H̆ L	5.4	5.2	(−)0.2	
10	〃	齋藤作治	〃	Ḣ L	4.6	5.0	0.4	
11	〃	佐藤吉三郎	〃	H̄ L	—	5.7	—	全圃ムレ苗
12	〃	佐々吉次郎	〃	ḢCL	5.3	5.6	0.3	
13	元野幌	名古屋由衛	〃	Ḣ L	4.8	5.2	0.4	
14	〃	安宅鹿十郎	〃	HCL	—	6.4	—	全圃ムレ苗
15	〃	岡本貞夫	〃	ḢCL	5.3	5.3	0	
16	〃	三浦勝雄	〃	H̆ L	4.6	5.1	0.5	
17	〃	東原義雄	〃	ḢCL	4.7	4.9	0.2	
18	〃	〃	〃	〃	4.9	5.2	0.3	
19	〃	〃	〃	〃	4.6	—	—	生育良好，ムレ苗なし
20	札幌村，丘珠	砂田助太郎	A.	L	4.8	5.2	0.4	
21	篠路村，篠路	喜瀬藤松	〃	〃	4.7	4.9	0.2	激発性
22	〃	不詳	〃	〃	4.8	5.3	0.5	
23	中野	吉田長四郎	〃	T	4.5	5.5	1.0	
24	〃	谷川善助	〃	〃	4.6	4.5	(−)0.1	激発性
25	厚田村，望来	中村勇	〃	Ḣ L	4.7	5.0	0.3	
26	〃	西木次作	A.	H̆ L	4.5	5.0	0.5	
27	〃	水野與吉	〃	CL	—	5.6	—	全圃ムレ苗
28	〃	〃	〃	〃	—	5.1	—	〃
29	〃	福原富雄	〃	H̆ L	4.3	—	—	生育良好，ムレ苗なし
30	豊平町，御園	土肥豊作	〃	H	4.5	5.5	1.0	
31	〃	〃	〃	〃	4.8	5.2	0.4	
32	〃	加藤幸作	〃	〃	5.8	5.6	(−)0.2	電熱温床
33	〃	下田清太郎	〃	HCL	4.2	5.0	0.8	

試料番号	採集町村，部落	採集農家	地質*	土性**	床土のpH 普通生育部	ムレ苗発生部	差	備考
34	豊平町，御園	久保岩太郎	A.	HCL	4.8	5.3	0.5	
35	平岸	佐々木末太郎	D.	HCL	4.8	5.5	0.7	
36	〃	奥内幸雄	〃	〃	5.1	5.4	0.3	
37	〃	〃	〃	〃	4.5	—	—	生育良好，ムレ苗なし
38	恵庭村，上山口	西口長太郎	A.	H L	4.9	5.8	0.9	
39	〃	不詳	〃	SL	4.8	5.9	1.1	
40	島松	横式幸夫	〃	HSL	5.0	5.5	0.5	
41	〃	〃	〃	〃	4.6	5.0	0.4	

* A：沖積層， D：洪積層 　　**土性記号は日本土壌肥料学会（大正15年）による。



第**2**図 ムレ苗発生と床土 pHの関係
（昭和25年調査）

Fig. 2 Relation between pH value and "Murenae" outbreak.
(Investigation in 1950)

この結果から普通生育個所を見ると 1，2 の例外を除けば何れも pH 3.7～5.3 の間にあり，大部分は 5.0 以下を示し，特に生育良好で"ムレ苗"の発生を全く見ない No. 19，29 は pH 4.6 以下となつている。更に"ムレ苗"発生部位は激発性の発生した No. 21，24 を除けばその pH は 4.9～6.4 の間にあり，大部分は 5.0 以上となつている。従つて昭和25年度の調査に於ても 2～3 の例外を除けば前年と全く同様の傾向を示していることが認められた。又本年度の調査範囲内では"ムレ苗"発生と土性との関係は全然認められなかつた。

II 土壌反應が"ムレ苗"發生に及ぼす影響

實驗方法

人為的に床土の反応を酸性又はアルカリ性に変化せしめ"ムレ苗"発生状況並びに苗の生育状況の調査を行つた。本実験は次の如き設計によつた。

1. 試験區別

1. 無処理区
2. 消石灰坪当 480匁施用区
3. 〃 240匁施用区
4. 〃 120匁施用区
5. 無処理区
6. 濃硫酸坪当 60匁施用区
7. 〃 120匁施用区
8. 、 240匁施用区

各々の処理区に対し夫々石灰窒素施用と硫安施用の両系列を作つた。1区面積は 4 平方尺とし，6 尺×24尺の冷床枠内に 2 尺× 2 尺の区を16設け夫々の区はヌキを以て間仕切りした。試験区配置見取図は次の如くである。

除外 A	1 A 無処理	2 A 消石灰 480匁	3 A 消石灰 240匁	4 A 消石灰 120匁	5 A 無処理	6 A 硫酸 60匁	7 A 硫酸 120匁	8 A 硫酸 240匁	除外 A
除外 B	〃 1 B	〃 2 B	〃 3 B	〃 4 B	〃 5 B	〃 6 B	〃 7 B	〃 8 B	除外 B

備考 A列 硫酸アンモニア施用　B列 石灰窒素施用

第3図 試験区配置図

Fig. 3 Arrangement of plots.

2. 供用土壌 琴似本場圃場の沖積土と早来火山灰土を各々 18kg 宛を混和し，これに腐熟厩肥 1.25kg を混合し，更に前述の試験区別に応じて消石灰及び10倍に稀釈した硫酸を夫々添加，充分混和の後該当した枠内に充塡した。本場土及び火山灰土を夫々原々土とし，両者の等量混合物を原土とし夫々 pH を測定し，更に各試験区から試料を採取して pH の測定を行つた。

3. 施　肥 施用肥料は次に示す如くで何れも5月5日に施した。施用量は何れも坪当を示す。

A　列	B　列
硫酸アンモニア 75匁	石灰窒素74匁(硫酸アンモニア 75匁 N 相当量)
過燐酸石灰60匁	過燐酸石灰60匁
硫酸加里　20匁	硫酸加里　20匁
厩　肥　3貫	厩　肥　3貫

4. 供試品種並びに処理 「中生栄光」を使用し，播種は5月10日，播種量は坪当6合で播種方法は撒播とし，枠の中央に5寸平方の区劃を設けこれに籾 175 粒を播き，発芽歩合及び成苗歩合の調査に供した。

5. 調査方法 生育調査は一般調査法に準じ，"ムレ苗"発生状況は観察によつた。pH 測定はカロメルキンヒドロン電極を用いた。

實 驗 結 果

A. 床土 pH 價の推移

1. 處理前の pH 供用土壌について各種の処理を行わない原々土，原土等についての測定値は次に示す如くである。

本場沖積土（原々土）	5.50
早来火山灰土（〃）	5.66
両者等量混合（原土）	5.54
腐熟厩肥	7.45
原土＋厩肥	5.54

厩肥の施用によつて原土の pH は幾分変化するものと予想していたが，本実験に於ては全然差異を生じなかつた。これは厩肥施用量が土壌の量に比して極めて少なかつたためであると思われる。

2. 施肥による pH の變化 消石灰及び硫酸処理後，夫々施肥を行つたが性格の全く異る石灰窒素と硫酸アンモニヤが施肥後に床土の pH に如何なる影響を与えるかを見るため施肥前は5月4日，施肥後は5月9日に夫々測定を行つた。その結果は第3表に示す如くである。

第3表 床土の反応に及ぼす硫酸アンモニヤ及び石灰窒素の影響

Table 3 Effect of ammonium sulfate and calcium cyanamide on the reaction of seed bed.

	硫酸アンモニヤ施用列（A）			石灰窒素施用列（B）		
	施肥前	施肥後	差	施肥前	施肥後	差
1. 無処理	5.51	5.45	−0.06	5.52	7.07	1.55
2. $Ca(OH)_2$ 480匁	7.54	7.38	−0.14	7.41	7.62	0.21
3. 〃 240匁	7.26	6.87	−0.44	7.18	7.65	0.47
4. 〃 120匁	6.31	6.17	−0.14	6.23	7.50	1.27
5. 無処理	5.56	5.38	−0.18	5.56	6.98	1.42
6. H_2SO_4 60匁	4.88	5.07	0.19	5.07	6.72	1.65
7. 〃 120匁	4.58	4.73	0.15	4.69	6.54	1.85
8. 〃 240匁	4.07	4.12	0.05	3.93	5.43	1.50

床土の pH に対し石灰窒素はこれを高め，硫酸アンモニアは反対に低下せしめる如く作用することは当初予想していたところであるが，上の結果によると石灰窒素の影響は極めて明瞭にあらわれており，特に硫酸処理区に於て著るしいことが知られる。又消石灰処理区に見られる如く既に床土の反応が中性を呈している場合には，その増加は比較的少なく，しかも消石灰施用量の多い場合には反応の変化はそれに準じて少なくなつている。然るに硫酸アンモニア施用による影響は前者に比して著るしく微弱であつて，しかも反応が pH 5 以上の場合にはこれを低めているが，強酸性を呈している場合には反対に若干高めている。

3. 苗の生育に伴う床土 pHの推移 床土の反応の推移を播種直前，第3葉初期及び移植適期の3回に分けて測定した結果は第4表に示す如くである。

第4表 床土 pH の推移

Table 4 pH value transition in the seed bed.

硫酸アンモニア施用列（A）

	播種直前	三葉初	移植期	差		
	9/5 （B）	29/5 （C）	12/6 （D）	B－C	C－D	B－D
Ca(OH)₂ 480匁	7.38	7.45	7.54	0.07	0.09	0.16
〃 240匁	6.84	6.82	7.10	－ 0.05	0.23	0.18
〃 120匁	6.17	5.74	6.33	－ 0.43	0.59	0.16
無処理 1	5.45	5.24	5.31	－ 0.21	0.07	－ 0.14
〃 2	5.38	5.21	5.33	－ 0.17	0.12	－ 0.05
H_2SO_4 60匁	5.07	5.12	5.13	0.05	0.01	0.06
〃 120匁	4.93	4.58	4.79	－ 0.15	0.21	0.06
〃 240匁	4.12	4.16	4.30	0.04	0.14	0.18

石灰窒素施用列（B）

	播種直前	三葉初	移植期	B－C	C－D	B－D
$Ca(OH)_2$ 480匁	7.62	7.58	7.53	－ 0.04	－ 0.05	－ 0.09
〃 240匁	7.65	7.53	7.48	－ 0.12	－ 0.05	－ 0.17
〃 120匁	7.50	7.36	7.09	－ 0.14	－ 0.29	－ 0.41
無処理 1	7.07	6.94	6.67	－ 0.13	－ 0.27	－ 0.40
〃 2	6.98	6.86	6.63	－ 0.12	－ 0.23	－ 0.35
H_2SO_4 60匁	6.72	6.31	6.31	－ 0.41	± 0	－ 0.41
〃 120匁	6.54	6.11	6.09	－ 0.43	－ 0.02	－ 0.45
〃 240匁	5.43	5.22	5.29	－ 0.21	＋ 0.07	－ 0.14

硫酸アンモニア施用列は石灰施用区及び無処理区は初期には幾分低下するがその後はむしろ上昇傾向を示し，硫酸施用区は初期から幾分高まつている。全般的に見るとこの系列のものゝ pH 価は高まつているがその変化の程度は石灰窒素施用系列に比して弱くなつている。一方石灰窒素施用系列は無処理区，消石灰施用区は何れもその pH は漸次低下している。硫酸施用区は初期には稍々急速に低下を示すがその後の変化は殆んど起つていない。しかし全般的に見ればこの系列は苗の生育に伴つて pH 価は低くなる傾向を示している。苗の生育過程と pH の変化の間には殆んど関連性は認められないようである。

B. 苗の生育状況

苗の生育状況は第5表に示す如くであつて，無処理区1及び消石灰 480 匁施用区は発芽初，発芽揃共に他区に比して1～2日の遅延を見たが，これは実験苗床を葭簀囲にしたため西側にあるこれらの区が夕方幾分蔭になつており，発芽に若干の

影響を与えたものであると考えられる。その他の区に於ては殆んど差異なく順調に経過した。発芽歩合は各区間に若干の凸凹は認められるが，この程度の差は実験誤差と見做すべきであつて，床土の処理，施肥或いは床土 pH の差異によつての影響は殆んど考えられない。

第5表 苗の生育調査

Table 5 Growth habit of young plant.

硫酸アンモニア施用列

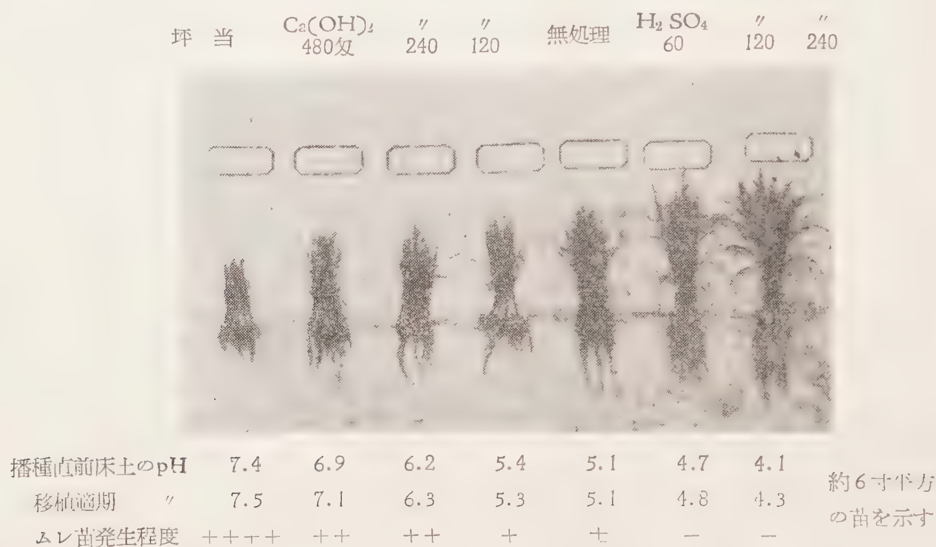
	床土 PH		発芽		5寸平方当		発芽	成苗	移植期		
	播種直前	移植適期	初	揃	発芽数	成苗数	歩合	歩合	草丈	莖数	葉数
			月 日	月 日	本	本	%	%	cm	本	枚
$Ca(OH)_2$ 480匁	7.4	7.5	5.14	5.19	163	133	83	85	14.2	1	4
〃 240匁	6.9	7.1	5.13	5.18	168	158	96	94	12.4	1	4
〃 120匁	6.2	6.3	〃	〃	160	136	95	81	15.8	1	4
無処理 1	5.5	5.3	5.15	5.20	155	146	89	94	14.7	1	4
〃 2	5.4	5.3	5.13	5.18	172	158	98	92	17.6	1	4
H_2SO_4 60匁	5.1	5.1	〃	〃	170	170	97	100	20.8	1	4
〃 120匁	4.7	4.8	〃	〃	156	156	89	100	20.9	1	4
〃 240匁	4.1	4.3	〃	〃	169	169	97	100	21.0	1	4

石灰窒素施用列

	床土 PH		発芽		5寸平方当		発芽	成苗	移植期		
	播種直前	移植適期	初	揃	発芽数	成苗数	歩合	歩合	草丈	莖数	葉数
$Ca(OH)_2$ 480匁	7.6	7.5	5.14	5.19	170	116	97	69	11.8	1	3
〃 240匁	7.7	7.5	5.13	5.18	157	129	90	82	13.9	1	4
〃 120匁	7.5	7.1	〃	〃	160	107	91	67	14.7	1	4
無処理 1	7.1	6.7	5.15	5.20	173	98	99	57	14.3	1	4
〃 2	7.0	6.6	5.13	5.18	144	67	82	47	12.6	1	3
H_2SO_4 60匁	6.7	6.3	〃	〃	166	113	95	68	16.2	1	4
〃 120匁	6.5	6.1	〃	〃	166	135	95	81	12.9	1	4
〃 240匁	5.4	5.3	〃	〃	164	164	94	100	18.3	1	4

本実験実施に当り pH4.1 を示した硫酸多量区の発芽が阻害されることを危懼していたが，本実験の範囲ではかかる憂は全然認められず却つて発芽勢は良好であるかの如く見受けられた。発芽後第3葉初頃までの生育は各区間に大差は認められなかつた。しかし播種後19日目の5月29日には "ムレ苗" の初発が僅かに認められ，この時期以降は同一区内でも "ムレ苗" の症状の明らかに認められた部分は生育が著るしく劣り，且つその区は全般的に生育不振を示して来た。これに反し "ムレ苗" の症状を認めなかつた区（A6，A7，A8及びB8区）の生育は益々良好となつて来た。しかし移植適期に於ける調査結果莖数及び葉数については各区間に殆んど差異は認められるに至らなかつた。草丈は各区間に幾分の差異を示し，硫酸アンモニア施用系列に於ては概して床土の pH に反比例して伸長している傾向を示し，特に硫酸処理区は何れも生育良好で最高 21cm に達し幾分徒長の気味さえ見えている。石灰窒素施用列は第1区から第7区までは大同小異で一定の傾向は見受けられないが，第8区硫酸 240 匁加用区は 18.3cm となり他区に比して明らかに高くなつている。成苗数は本田に移植可能と見られる苗を基準にして数えたもので，"ムレ苗" の被害が軽微で移植に差支えないと思われたものは小さくともこれに加えた。従つて成苗歩合と後記する "ムレ苗" 発生程度とは幾分喰違つているが，成苗歩合は特定の5寸平方の特定の個所について調査したものであり，"ムレ苗" 発生程度は各試験区全部について観察測定したからである。成苗歩合は概して硫酸アンモニア施用列が高く石灰窒素施用列が低い価を示しているが，特に硫酸アンモニア施用列に於

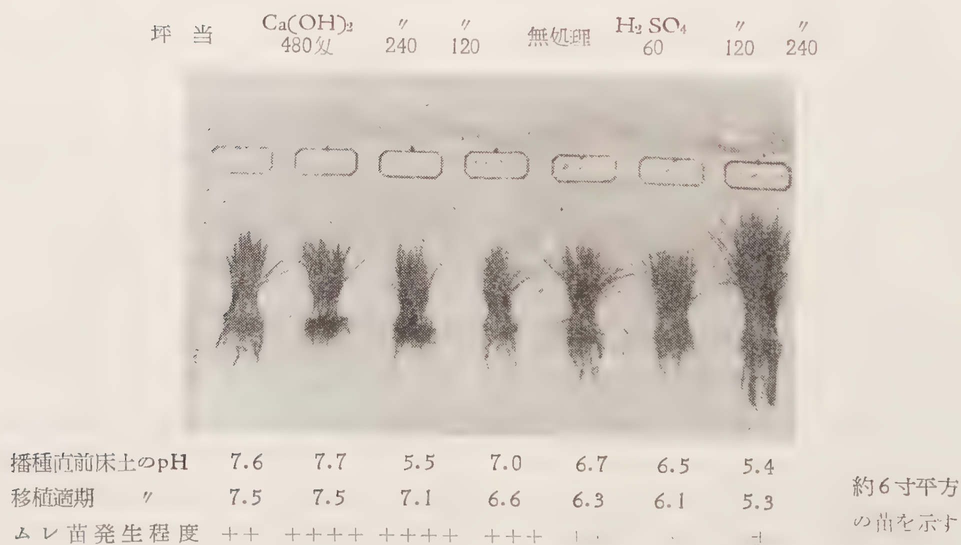
ては明らかに床土の pH の低いもの程その割合が高くなつており，石灰窒素施用列でも pH 5.3 を示している硫酸240匁施用区は完全に生育している(第4，第5図参照)。



播種直前床土のpH	7.4	6.9	6.2	5.4	5.1	4.7	4.1	約6寸平方の苗を示す
移植適期 〃	7.5	7.1	6.3	5.3	5.1	4.8	4.3	
ムレ苗発生程度	++++	++	++	+	±	−	−	

第4図 床土の反応とムレ苗の関係 (硫酸アンモニア施用列)

Fig. 4 Reletion of soil reaction and "Murenae" (Series of ammonium sulfatte).



播種直前床土のpH	7.6	7.7	5.5	7.0	6.7	6.5	5.4	約6寸平方の苗を示す
移植適期 〃	7.5	7.5	7.1	6.6	6.3	6.1	5.3	
ムレ苗発生程度	++	++++	++++	+++	[illegible]	[illegible]	±	

第5図 床土の反応とムレ苗の関係 (石灰窒素施用列)

Fig. 5 Relation of soil reaction and "Murenae" (Series of calium cyanamide).

第6表 苗の生草量及び風乾量

Table 6 Fresh weight and air dry weight of young plant.

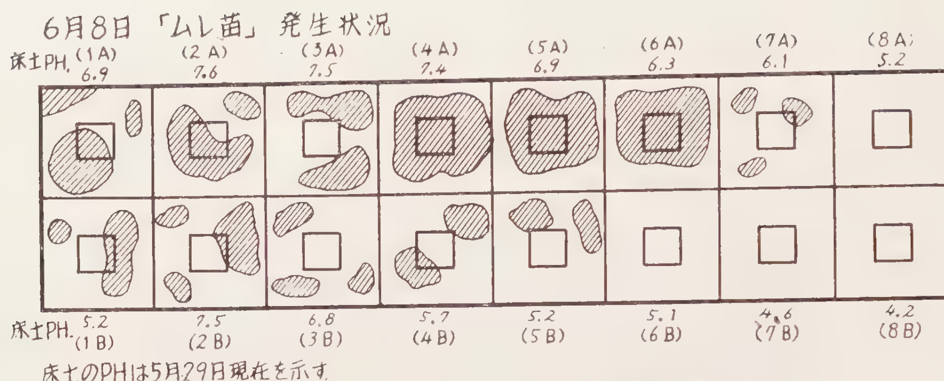
硫酸アンモニア施用列

	床土の pH		生草重量 (5寸平方当)			風乾重量 (5寸平方当)		
	播種直前	移植適期	総重	茎葉部	根部	総重	茎葉部	根部
			(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
$Ca(OH)_2$ 480匁	7.4	7.5	31.6	16.0	15.6	7.2	4.1	3.1
〃 240匁	6.9	7.1	46.4	29.8	16.6	9.2	6.8	2.4
〃 120匁	6.2	6.3	46.8	31.7	15.1	10.9	8.3	2.6
無処理 1	5.5	5.3	54.4	33.5	20.9	10.8	7.0	3.8
〃 2	5.4	5.3	50.4	34.2	16.2	12.3	9.4	2.9
H_2SO4 60匁	5.1	5.1	69.8	44.8	25.0	14.2	11.3	3.2
〃 120匁	4.7	4.8	75.9	49.2	26.7	18.6	11.6	7.0
〃 240匁	4.1	4.3	101.5	60.8	40.7	18.9	12.5	6.4
石灰窒素施用列								
$Ca(OH)_2$ 480匁	7.6	7.5	45.4	29.9	15.5	11.6	7.8	3.8
〃 240匁	7.7	7.5	33.4	20.3	13.1	6.9	4.5	2.4
〃 120匁	7.5	7.1	38.4	25.3	13.1	7.9	5.1	2.8
無処理 1	7.1	6.7	37.1	23.5	13.6	8.1	5.1	3.0
〃 2	7.0	6.7	25.7	18.1	7.6	6.1	4.0	2.1
H_2SO4 60匁	6.7	6.3	42.1	29.5	12.6	9.3	6.7	2.6
〃 120匁	6.5	6.1	38.8	27.0	11.8	11.2	7.7	2.5
〃 240匁	5.4	5.3	65.0	42.5	22.5	14.5	10.3	4.2

苗重量を測定した結果は第6表に示す如く，生草重量，風乾重量共に苗の生育状況，即ち "ムレ苗" の発生程度と略々平行し "ムレ苗" 発生の著るしい区の苗重量は低い値を示しており，発生の少ない区は概して高くなつている。"ムレ苗" 被害苗の根部は一般に発育不良であるが同時に葉部の発育も劣つて来るものであるため，地上部と地下部の比率は発生部も然らざる区にも一定の傾向は認められなかつた。

C. "ムレ苗" 發生狀況

播種後19日目の5月29日には苗の生育も順調であり又日中高溫でもあつたので障子の取り外しを行つたが，この時石灰窒素施用列の第1区から第7区までと硫酸アンモニア施用列の第1区から第5区までの各区に，葉を針状に捲いて "ムレ苗" の初期症状を示すものが生じた。この症状はこの日の夕刻に一旦消失したが翌日には再びあらわれて葉先が黄変して来た。石灰窒素施用列第8区は30日に極めて小部分に軽い症状が認められたが間もなく回復し，生育も順調に経過しその後は症状は全く認められなかつた。一方硫酸アンモニア施用列の第6，7，8区にはこの症状は全然現われず，その後の生育も益々順調に経過した。"ムレ苗" は同一区内の全面一様に発生することなく部分的に出現するものが普通であるが，今初発を認めてから10日目の6月8日に於ける "ムレ苗" 発生狀況を写生したものを示すと次の如くになつている。



第6図 ムレ苗発生状況（6月8日觀察）

Fig. 6 Situation of "Murenae" outbreak (Investigation on June 8).

次に移植適期の"ムレ苗"発生状況を観察した結果を示すと第7表の如くである。

第7表 "ムレ苗"発生状況（6月12日調査）

Table 7 Situation of "Murenae" outbreak (Investigation on June 12).

		硫酸アンモニア施用列				石灰窒素施用列			
		床土のpH 播種直前	床土のpH 移植適期	発生程度	発生割合 (%)	床土のpH 播種直前	床土のpH 移植適期	発生程度	発生割合 (%)
$Ca(OH)_2$	480匁	7.4	7.5	＋＋＋＋	60—85	7.6	7.5	＋＋	25—80
〃	240匁	6.9	7.1	＋＋	25—80	7.7	7.1	＋＋＋＋	60—90
〃	120匁	6.2	6.3	＋＋	20—85	7.5	7.1	＋＋＋＋	60—95
無処理	1	5.5	5.3	＋＋	15—50	7.1	6.7	＋＋＋	40—90
〃	2	5.4	5.3	＋	10—40	7.0	6.6	＋＋＋	40—90
H_2SO_4	60匁	5.1	5.1	±	0—10	6.7	6.3	＋＋	20—80
〃	120匁	4.7	4.8	−	0	6.5	6.1	＋	5—40
〃	240匁	4.1	4.3	−	0	5.4	5.3	±	0—5

硫酸アンモニア施用列では消石灰480匁施用区の発生最も甚だしく，消石灰の施用量の減少に伴い発生度は低下している。硫酸60匁施用区は移植適期に至り目測約10%程度のものの葉先の小部分が褐変したが，この程度の障害は移植に差支えないものであり且つこれ以上の故障は生じなかつた。硫酸施用量の大なる区ではかかる軽度の故障も起らず終始順調なる生育を示した。石灰窒素施用列は消石灰240匁及び120匁施用区の発生量も甚だしく，これに次いで無処理区，消石灰480匁施用区，硫酸60匁，120匁施用区の順序を示し，硫酸240匁施用区は5月30日に小部分極めて軽微の症状を呈したが間もなく回復し，その後経過は良好であつたが，移植適期頃に至り僅かの（目測5%内外）の葉先の褐変したものを認めた。これが"ムレ苗"と称すべきか否かは疑問であるが一応±の記号を以て示した。この系列に於て消石灰480匁施用区が無処理区に比して"ムレ苗"発生の少ないことは意外であつたが，これを単に例外と見るべきであるか或いはなんらか他の原因によるものであるかについては，本実験結果からにわかに判断することは出来ないもので，更に研究に俟つべきものである。

これを床土の pH との関連に就て見ると，pH 5.0以下の場合には全然"ムレ苗"の発生が認められないもので，5.1～5.3程度の場合には生育途上に僅かに"ムレ苗"の徴候を認めたが，短時間に回復消滅し，その後移植適期に至り葉先に障害を来たしたものが若干生じた程度である。然るに pH5.4以上のものは，程度に多少の差はあるが例外なく"ムレ苗"が発生している。本実験では床土の pH が高くなる程"ムレ苗"の発生程度が激

しくなつている傾向が認められるが，B 2 区の如き異例もあるので，この点については更に今後の研究に俟つべきものがある。

さきに多数の "ムレ苗" 発生部と普通生育部の床土の反応を調査して "ムレ苗" の発生と土壌反応の関連性を認め，調査結果から帰納的に発生の限界 pH を一応5.0としたが，本実験の結果から多少の変異はあるにしても，この数値がほぼ正しいものであると云うことが出来る。

D. 根の観察

"ムレ苗" の発生機構は未だ明らかにされていないがその症状から見て "ムレ苗" は根の吸収機能の障害によつて起こるものであることは容易に想像されるところである。根の生理と "ムレ苗" の関係については更に詳細なる研究が必要であるが今回は被害苗と健全苗について根の発育状況を観察した。

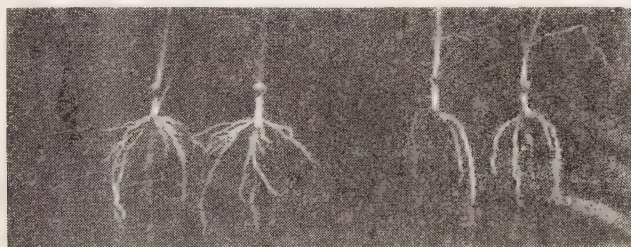
第8表 根　の　調　査

Table 8 Investigation of root.

	硫安施用列				石灰窒素施用列			
	床土 pH 播種直前	床土 pH 移植適期	根長 (cm)	根数 (本)	床土 pH 播種直前	床土 pH 移植適期	根長 (cm)	根数 (本)
Ca(OH)₂ a480匁	7.4	7.5	7.1	11	7.6	7.5	8.8	10
〃 240匁	6.9	7.1	8.7	9	7.7	7.5	8.0	9
〃 120匁	6.2	6.3	6.9	10	7.5	7.1	5.4	10
無処理 1	5.5	5.3	10.4	11	7.1	6.7	5.5	10
〃 2	5.4	5.3	6.5	12	7.0	6.6	4.9	9
H²SO4 60匁	5.1	5.1	8.3	13	6.7	6.3	7.6	9
〃 120匁	4.7	4.8	7.0	12	6.5	6.1	7.8	10
〃 240匁	4.1	4.3	8.0	13	5.4	5.3	7.8	9

第8表に示す如く測定値から見れば根長及び根数は各区間に大差なく且つ処理別間には一定の傾向は認められない。しかし "ムレ苗" の発生したものは何れも腐敗根の多いことが明らかに認められ（第7図参照），特に主根は先端から次第に腐敗し短かく且つ細くなつており，更に新根の発生は極めて少なく，しかも新根は淡黄褐色を呈しているものが多い。又 "ムレ苗" 発生程度にほぼ平行して苗の生育状況が変化しているが，苗の草丈の大なるものは概して根の発育が良好になつていることが観察された。

健全苗（H_2SO_4 100区A）　　ムレ苗（無処理区A）



床土のpH　5.29　6.63

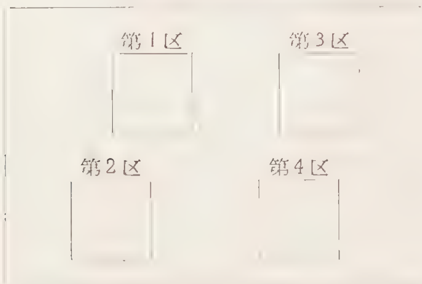
第7図 稲苗の根の状況

Fig. 7 State of root of young plant.

E．"ムレ苗"に対する硫酸灌注効果

床土の pH を引き下げることによつて初期被害苗を回復せしめ得るか否かを更に確認するため，石灰窒素施用列の除外区を用いて実験を行つた。1区面積5寸平方として次の如く試験区を配置した。

試験区配置図

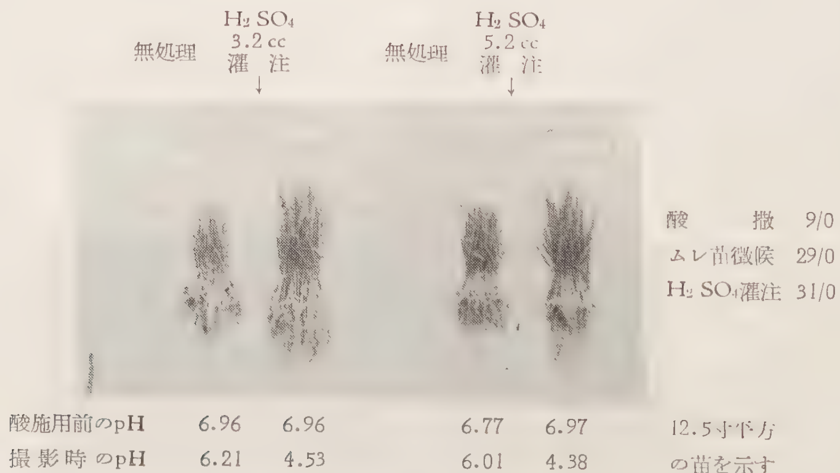


試　験　区　別

第1区　ムレ苗部
　　　濃硫酸3.2cc（坪当221匁）撒布
第2区　普通生育部
　　　対 照 区
第3区　ムレ苗部
　　　濃硫酸5.2cc（坪当359匁）撒布
第4区　普通生育部
　　　対 照 区

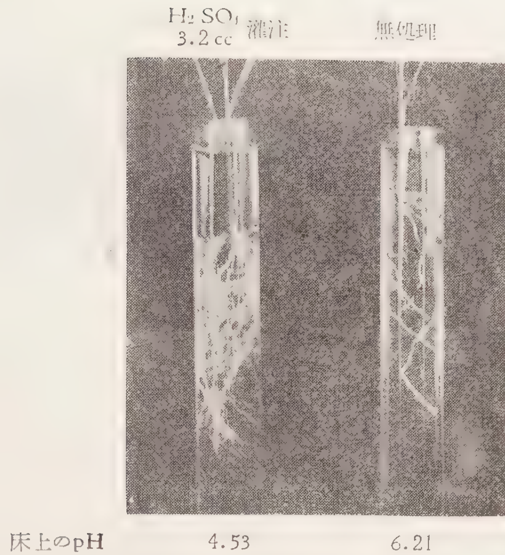
播種後19日目の5月29日"ムレ苗"の初発を認めたので，5月31日に前記の如き処理を行つた。濃硫酸は約100倍の水に稀釈して葉上から撒布した。硫酸灌注後水洗を行わなかつたため可なり激しい薬害を生じた。特に葉の根本で水滴の溜つたと思われる部分は灰色に変色し灌注後約10日間は殆んど枯死したかの観を呈していた。薬害は施用量の多い第3区に特に甚だしくあらわれていたが，その後新葉の発生を見るに及んで生育は急速に進み，"ムレ苗"の症状は完全に消失し，その後の生育は益々旺盛になつて来た。一方対照区は漸次生育不振となり"ムレ苗"の症状を明瞭にあらわし生育状況は全く逆転するに至つた。根の状況も硫酸灌注によつて著しく良好となり特に毛根の発生が極めて多くなつたことは注目すべきである（第8，9図参照）。この場合床土の pH の変化は次の如くになつている。

	第1区	第2区	第3区	第4区
硫酸灌注直前のpH	6.96	6.96	6.97	6.77
7月20日のpH	4.53	6.21	4.38	6.01



第8図　ムレ苗に対する撒布効果（I）

Fig. 8　Effect of acid spraying on the "Murenae"（I）



第9図　ムレ苗に対する酸施用効果（Ⅱ）根の状況
Fig. 9　Effect of acid spraying on the "Murenae"（Ⅱ）State of root.

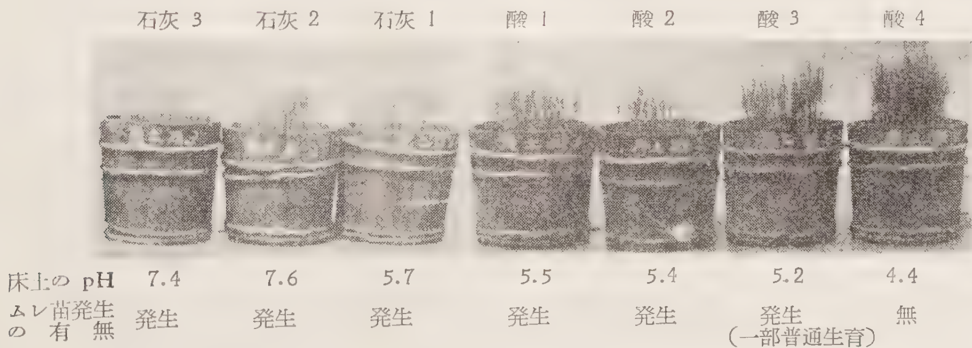
かくの如く硫酸液の灌注によつて床土の pH を5.0以下に低下せしめることによつて初期の"ムレ苗"は回復し得ることを確認したが，本実験の如く多量の硫酸を用いて床土の pH を急速に引き下げるが如き操作は薬害の危険が多く，苗の生育を遅延せしめ，本田への移植を不可能にする結果となるものであるから，実用的価値は乏しい。

F.　農家に於ける實驗

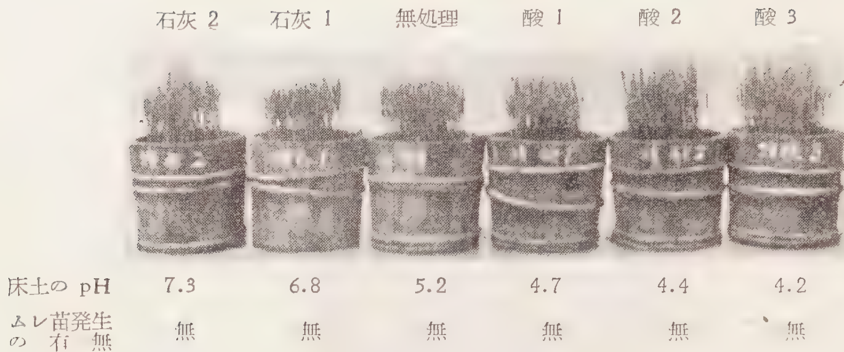
豊平町字御園加藤幸作氏が同町普及員吉田技師指導の下に簡易温室内で行つた実験結果を参考の為記載する（pH は著者等の測定）。

供試土壌　(1)　蔬菜園土壌（原土）
(2)　蔬菜温床用として特に培養せる土壌（培養土）

實驗方法　約1/100坪の木桶に供用土壌を充填し，15cc硝子容器に炭酸石灰を1杯，2杯，3杯施用混合し夫々石1，石2，石3区とし，一方化学用濃硫酸を適宜稀釈し前記硝子容器を用い容積割合を1，2，3，4として夫々酸1，酸2，酸3，酸4区としたものである。従つて石灰及び硫酸の施用割合は明らかであるが施用量は詳かでない。又各区共施肥は行つていない。



第10図　床土の反応とムレ苗の関係（原土）
（加藤幸作氏実験成績）
Fig. 10　Relation of soil reaction and "Murenae" (Original soil).
Experiment by Mr. K. Kato.



床土の pH	7.3	6.8	5.2	4.7	4.4	4.2
ムレ苗発生の有無	無	無	無	無	無	無

第11図　床土の反応とムレ苗の関係（培養土）
（加藤幸作氏実験成績）
Fig. 11　Relation of soil reaction and "Mureuae" (Fertile soil).
Experiment by Mr. K. KATO

實驗結果　5月25日に調査した結果（第10, 11図）原土の場合は前述の成績と極めてよく一致し，床土の pH5.4以上の場合は例外なく"ムレ苗"が発生し，5.2 では一部普通の生育をなしているが，4.4に至れば全く発生が認められず"ムレ苗"の発生限界 pHを5.0附近と推定した考え方を裏付しているように見える。然るに培養土の場合にはpH5.0以上に於ても"ムレ苗"の発生は全然認められなかつた。しかしこの場合でも床土の pH が低いものの苗は生育状況は明らかに良好であつた。

考　　　察

人為的に床土の反応を変化せしめ苗を栽培した場合，床土の pH を高くすれば"ムレ苗"の発生が甚だしくなり苗の生育も衰えて来るが，pH 価が低下するに従い発生数は少なくなり，概ね5.0附近を限界としてこれにより更に低下する場合には全く"ムレ苗"の発生は見られず，苗の生育も正常，健全となつて来る。この事実から床土の反応が"ムレ苗"の発生に密接なる関係を有しているものと考えられる。殊に"ムレ苗"発生部分に硫酸を灌注することにより完全に回復し，他方同区内で pH の高い部分に初期には正常生育をなしていたものが時日の経過と共に"ムレ苗"の症状を呈したことは前記の考え方を裏書しているものと云える。大谷は苗床の水蒸気圧16mm以上となり，細胞液の濃度が0.34mol以下になると"ムレ苗"が生成すると述べているが，かかる異常条件下では苗の生理機能が阻害されることは当然予想されるところで，この点田中が"ムレ苗"は苗の生理障害によつて起るとする見解と相通ずるものがあると思われる。本実験に見られる如く被害苗の根は健全苗のそれに比して明らかに不良で，根毛の著るしく少ないこと，腐敗根の多いこと等を考える時，水分及び養分の吸収機能が甚だしく低下することは当然のことと云えるのである。従つて"ムレ苗"は苗の生育途上に於ける生理障害現象のあらわれであることは，前記諸氏の研究結果を綜合しほぼ断定して差支えないものであると思われる。一方水稲の水耕栽培を行つた場合，培養液の反応を微酸性に保てば根の発育は良好であるが微アルカリ性に傾くとその発育が著るしく不良となることは既に知られているところであつて，pH 価の高くなることは水稲の根の発育に不利な条件となつている。苗の時代に於ても同様のことが云えるか否かは更に検討を要するところであるが，かかる性質が水稲の特性であると仮定するならば，冷床々土の pH が高くなると共に根の発育が阻害され，これが原因となつて吸収機能が衰えて来るために"ムレ苗"を発生するものではないかとの想像も可能であろう。又腐敗根の多いことは床土 pH の変化に伴い有害物質が生成し，このために根が損傷せられるものではないかとも考えられる。しかし本実験ではかかる点についての判定は不可能で，従つて根の発育不良となつたため"ムレ苗"が発生したものか或は"ムレ苗"となつたため二次的に根の発育不良を来たしたものか，換言すれば根の発育不良による吸収機能障害が

"ムレ苗" の原因であるか或は結果であるかについては明らかにすることは出来ない。又"ムレ苗"に対し床土の pH が極めて重大なる関連性を有することは明らかであるとしても，床土の pH が如何なる機構によつて "ムレ苗" を発生せしめているものであるかは全く不明である。

一方加藤の実験に示された如く，培養土に於ては床土の pHが7.0以上に至つても尚 "ムレ苗" が全く発生していない事実から見て，従来経験的に肥沃土には "ムレ苗" の発生は少なく瘠薄土に多いと云われていることとよく一致した結果を示している。これは土壌が肥沃な場合には苗は生育初期から強健に育つているため，たとえ "ムレ苗" の発生を来たすが如き環境下にあつても，植物がこれに打ち克つ程生育旺盛であるならば，なんらの障害を受けることなく，正常なる生育を遂げ得るものであることを示しているように思われる。

要するに "ムレ苗" 発生に対して土壌の反応は極めて重大なる関係を有することは疑のないところではあるが，土壌反応が "ムレ苗" 発生の直接原因であると断ずるのは早計であろう。"ムレ苗" 発生の原因に関しては更に究明すべき事柄は多く今後の研究に俟つところが多い。

摘　　要

"ムレ苗" 発生に床土の反応がなんらかの関係を有するものであることを推定して 2，3 の調査を行つた結果，"ムレ苗" 発生部位の床土の pH は通常生育部位の床土の pH より明らかに高く，且つ "ムレ苗" 発生に対する限界点はほぼ 5.0 附近にあることを見出した。

この結果から "ムレ苗" 発生原因を追求せんとして床土の反応を人工的に変化せしめ "ムレ苗" 発生との関連性について実験を行つた。その結果は次の如く要約することが出来る。

1. 消石灰及び硫酸を以て処理したものに硫酸アンモニア及び石灰窒素施用系列を作つた。

2. pH は硫酸アンモニア施用により低下し石灰窒素施用によつて上昇する。

3. pH が高い場合は "ムレ苗" の発生が甚だしく，低下するに従い発生は少なくなるが，大凡5.0を境界としてそれ以下では発生しない。

4. 地上部，根部の生育は "ムレ苗" 発生程度とほぼ平行し，被害苗の根部は著るしく発育不良となつている。

5. "ムレ苗" は発生の初期に硫酸灌注によつて回復せしめることが出来る。

6. 肥沃土に於ては pH7.0 に至つても "ムレ苗" の発生は認められない。

7. 以上の結果から "ムレ苗" 発生に土壌反応は極めて密接なる関係を有することは明らかであるが，その原因と判定することは出来ない。

本研究は昭和26年度北海道米作研究会の補助によつて行つた。又北海道大学教授石塚喜明博士の懇篤なる御指導と御援助を賜つた。記して深甚の謝意を表する。

文　　献

(1) 田中一郎： 札幌農林学会報，35，(昭和17年)
(2) 大谷義雄： 生物，Vol. 1, 4 (昭21年)
(3) ――――： 寒地農学，Vol. 1, 4. (昭22年)

Résumé

The authors, expecting that the reaction of seed bed has some influence on the outbreak of physical damping of rice plant so-called "Murenae", carried several investigations. They found that pH of that part of the seed bed where "Murenae" occurred is higher than where normal growth occurred, and also that the critical point for "Murenae" outbreak is nearly pH 5.0. To clarify the origin of "Murenae" outbreak, some experiments were made on changing pH of the seed bed artificially. The results can be summarized as follows:

1. The plots pretreated with calcium hydroxide and sulfuric acid were divided into two series, the one being supplied with ammonium sulfate and the other with calcium cyanamide.

2. The pH value was lowered by the addition of ammonium sulfate and raised by calcium cyancmide.

3. "Murenae" outbreak was severe

when pH was high, then in accordance with the lowering of pH the outbreak decreased and under about pH 5.0 there were no outbreak of "Murenae".

4. The growth of stems, leaves and roots was almost parallel with the grade of "Murenae", and the root development of damped plants was very bad.

5. At the early stage of "Murenae" outbreak, the plants can be saved by spray of dilute sulfuric acid.

6. Even though the reaction of seed bed indicated pH 7.0, when the soil is very fertile, there can not be seen any "Murenae" outbreak.

7. From these results, it can be seen that the reaction of soil is closely connected with "Mureuae" outbreak, but it can hardly be asserted that the soil reaction is a cause of "Murenae" outbreak.

ナンテンハギ (*Vicia unijuga* AL. BR.) の天狗巣病

大　島　　信　行*

WITCHES' BROOM OF A WILD PLANT, *VICIA UNIJUGA* AL. BR.

By Nobuyuki OSHIMA

緒　　言

ナンテンハギは北海道各地の山野に極めて普通に自生する多年生草本であるが，著者が昭和26年農林省胆振馬鈴薯原々種農場へ馬鈴薯天狗巣病調査に赴いた際，路傍或いは圃場周辺等に本植物が著しく萎縮叢生しているのが認められた。その後実験によりこの病害は接木伝染することが判明し，病原菌らしきものが見当らずその病徴からもバイラスによるものと思われるに至つた。目下のところこれと馬鈴薯天狗巣病との関係は明らかでないが，作物バライス病の野生寄主となる可能性が考えられるので，ここにその病徴と接木接種の結果を述べる。尚ナンテンハギ天狗巣病は新病害であつて本報に初めて記載されるものである。

本論文を草するに当り教示をいただいた北海道大学福士貞吉教授，当場病理昆虫部長田中一郎技官，並びに実験に助力された後藤忠則氏，及び本調査に協力された胆振馬鈴薯原々種農場職員各位に深く感謝の意を表する。

發 生 狀 況

ナンテンハギは胆振馬鈴薯原々種農場の周囲に多数自生しているが，天狗巣病罹病株は健全株に比してその特異な様子から人目につきやすい。最初罹病株は路傍に発見された為に牛馬に踏みつけられて畸形となつたものかと思われたが，この地方に馬鈴薯天狗巣病（田中等，1953）並びにエゾギクの萎黄病が多数発生し，これら病害の病徴と類似点を多くもつことからそれらとナンテンハギの天狗巣病との関係が疑われている。更に最近ではクロバー類にも天狗巣病が発生している（第1図参照)。罹病ナンテンハギは圃場や路傍周囲の叢の周縁に多く発生し深い籔には発生していないようである。

病　　徵

罹病株の草丈は健全株の約½～¼である。茎は地下茎から発出して地下で数回分枝する（第2図参照)。発病後間もないものでは地下に白い枝が多数発見され，これらが地表に現われ叢生するのである。野外の罹病株につき草丈と茎数を調査したところを表示すれば第1表の通りである。これによれば生育が進むと共に茎数が増加し，病勢が進行することが分る。尚実験的に接木接種したもので草丈18cm，茎数154本に達したものがある。

地上に現われた茎の分枝状態は健全なものと同様で特にひどい分枝は見られない。茎は全体として直立する傾向を有する。茎の太さは約 0.05～0.12cmで，これに対し健全茎の太さは約0.3cmである。

葉は小形で褪色し，葉片の長さは約 1～3 cm，幅約0.6～1.3cmで健全葉片では長さ 5～6 cm，幅2～3cmであつた（第3図参照)。

第1表　天狗巣病罹病ナンテンハギの草丈と茎数

Table 1　The height and the number of shoots of *Vicia unijuga* AL. BR. affected with witches' broom.

株番号	草丈	茎数
1	6 cm	12
2	7	23
3	21	35
4	24	30
5	30	69

* 病理昆虫部病理研究室

接種試驗

實驗方法 供試植物は野外に自生する健全株を鉢に移植して使用した。接種は接木法によつた。接穂は罹病株の枝を先端より約2cmの長さに切りその下端数粍を一側のみ削つたもので，これを健全株の若枝に1株当り3～4本宛割接ぎした。



第1図 赤クロバーの天狗巣病（左側，健全株）

Fig. 1 Red clover affected with witches' broom (left : healthy plant).



第2図 天狗巣病罹病ナンテンハギの地下に於ける分枝状態

Fig. 2 Subterranean branching of shoots of *Vicia unijuga* Al. Br. affected with witches' broom.

實驗結果 1952年9月4株に最初の接木を行い対照植物と共に温室内で観察したが地上部は年内に何等の病徴を示すことなく枯死した。1953年春4月に至りこれら枯死した莖基部の周囲に新しい芽数本を生じたが接種した4株中の3株の芽は何れも細く，葉も小形であつた。これら3株の莖はその後次第に数を増加し叢生した。第3図に示したものはこの中の1株である。1953年6月及び7月更に接木を繰返したところ何れも約2ヶ月半後未だ地上部が枯死しないうちに莖基部の地表に新たに数本の芽を発出し，次第にその数を増加した。同様条件下に観察した無接種植物にはかゝる萠芽は全く生じなかつた。

以上の結果を綜合表示すれば第2表の通りである。

第2表 ナンテンハギ天狗巣病の接木接種

Table 2 The inoculation of *Vicia unijuga* Al. Br. with witches' broom.

実験番号	接種年月日	接種件数	感染植物 病徴	感染植物 数
1	1952, IX—19	4	萎縮・叢生	3
2	1953, VI—30	1	〃 〃	1
3	〃 VII—23	3	〃 〃	3



第3図 ナンテンハギの天狗巣病（左側，健全株）

Fig. 3 *Vicia unijuga* Al. Br. affected with wtches' broom (left : healnthy plant).

摘　　要

1. 本論文は農林省胆振馬鈴薯原々種農場に発生した新病害，ナンテンハギ(*Vicia unijuga* Al.

Br.)の天狗巣病について記載したものである。

2. 病徴は茎葉の萎縮，褪緑及び叢生が特徴で茎は極めて細く時に百数十本に達する。

3. この病害は接木によつて伝染し，病原菌らしきものが発見されない。以上の事実及びその全身的な病徴からバイラス病と思われる。

文　　献

田中一郎・成田武四・大島信行・後藤忠則，1953：馬鈴薯天狗巣病とその寄主範囲について，北海道農試彙報第64号，100～112.

Résumé

In this paper is described a new disease, namely witches' broom of a wild plant, *Vicia unijuga* Al. Br..

The disease occurs in the Iburi Foundation Seed Potato Farm. Affected plants are dwarfed and develop many discoloured slender shoots (0.05～0.12 cm in diameter) with little flavescent leaflets which arise from subterranean stems branching several times in the ground. The plant is about one half to one quarter as high as a healthy one, assuming a bushy appearance. Sometimes the number of shoots amounts to more than one hundred.

The disease is transmitted by means of top grafts. Two months after inoculation, slender shoots sprout around the base of older ones and slowly increase their number resulting in witches' broom.

This disease is thought a virus disease because it is transmissible by grafting and no pathogenic fungus is found.

北海道に於けるオオニジユウヤホシテントウの産卵植物[†]

黒　澤　　強*

NOTES ON THE PLANTS DEPOSITED THE EGGS OF THE LARGE 28-SPOTTED LADY BEETLE, *EPILACHNA VIGINTIOCTOMACULATA* MOTSCHULSKY, IN HOKKAIDO

By Tsuyoshi KUROSAWA

オオニジユウヤホシテントウ *Epilachna vigintioctomaculata* MOTSCHULSKY の食餌植物については多くの研究があり，現在まで約60種が記録せられている。その産卵植物，特にナス科植物以外のそれについてはあまり多く知られておらず，わずかに松村(1895)[4)]によつてハコベ及びアカザ，池本(1953)[1)]によつてアカツメクサ及びスベリヒユの4科4種が記録されているに過ぎない。

筆者は1949年～1952年の4箇年に亘り本種の産卵植物とその摂食状況を調査し，いささかその結果を得たので，ここに報告する。

本文を草するに当り，常に御指導を賜わつている北海道農業試験場次長桑山覺博士並びに同場昆虫研究室長櫻井清技官に対し厚く感謝の意を表する。又，西島浩元技官より與えられた御鞭撻に対して厚く御禮を申し上げる。

1. 産卵植物と攝食植物の種類

前記4箇年に亘り札幌近郊のジヤガイモ畑並びにその他の畑に於て，本種の産卵植物の種類を調査した。又，これらの産卵植物を採集し，室内に於てこれに成虫及び幼虫を放飼し，攝食並びに生育状況等を調査した。これらの結果は第1表の通りである。

第1表　産卵植物並びに攝食植物

Table 1　The egg deposited plants and food-plants of adult.

科　名	種	名	成虫の攝食する植物	幼虫の攝食する植物
Equisetaceae トクサ科	*Equisetum arvense* LINNAEUS	スギナ	—	—
Polygonaceae タデ科	*Persicaria longiseta* KITAGAWA	イヌタデ	—	—
	P. nepalensis GROSS	タニソバ	—	—
	P. tenuiflora HARA	オオイヌタデ	—	—
	Reynoutria japonica HOUTTUYN	イタドリ	—	—
	Rumex Acetosa LINNAEUS	スイバ	—	—
Chenopodiaceae アカザ科	*Chenopodium centrorubrum* NAKAI	アカザ	—	—

† 本報告の概要は昭和27年度札幌農林学会講演会に於いて発表した。

* 病理昆虫部昆虫研究室

科名	種名		成虫の攝食する植物	幼虫の攝食する植物
Amarantaceae ヒユ科	*Euxolus ascendens* HARA	イヌビユ	—	—
	E. caudatus MOQUIN	アオビユ	—	—
Portulacaceae スベリヒユ科	*Portulaca oleracea* LINNAEUS	スベリヒユ	—	+
Caryophyllaceae ナデシコ科	*Stellaria media* CYRILLUS	ハコベ	—	—
Brassicaceae アブラナ科	*Brassica campestris* var. *pekinensis* MAKINO	ハクサイ	+	+
	B. campestris subsp. *Rapa* J. D. HOOKER et ANDERSON	カブ	+	+
	Capsella Bursa-pastoris MEDICUS	ナヅナ	—	—
	Raphanus acanthiformis M. MOREL	ダイコン	+	+
	Rorippa palustris BESSER	スカシタゴボウ	—	—
Papilionaceae マメ科	*Glycine Max* MERRILL	ダイズ	+	—
	Trifolium pratense form. *sativa* SERINGE	ムラサキツメクサ	—	—
	Vigna sinensis ENDLICHER	ササゲ	+	+
Asclepiadaceae ガガイモ科	*Metaplexis japonica* MAKINO	ガガイモ	—	—
Lamiaceae オドリコサウ科	*Perilla frutescens* form. *purpurea* MAKINO	シソ	—	—
Solanaceae ナス科	*Datura* spp.	チヨウセンアサガオ	(+)	(+)
	Lycium chinense MILLER	クコ	(+)	(+)
	Solanum Lycopersicum LINNAEUS	トマト	(+)	(+)
	S. Melongena LINNAEUS	ナス	(+)	(+)
	S, nigrum LINNAEUS	イヌホウズキ	(+)	(+)
	S. tuberosum LINNAEUS	ジヤガイモ	(+)	(+)
Plantaginaceae オオバコ科	*Plantago asiatica* LINNAEUS	オオバコ	—	—
Cucurbitaceae ウリ科	*Cucumis sativus* LINNAEUS	キウリ	+	+
	Cucurbita maxima DUCHARTRE*	カボチヤ		
Asteraceae キク科	*Arctium Lappa* LINNAEUS	ゴボウ	+	+
	Cephalonoplos setosum KITAMURA	エゾノキツネアサミ	—	—
	Helianthus tuberosus LINNAEUS	キクイモ	—	—
	Sonchus brachyotus A. P. DE CANDOLLE	ハチジヤウナ	—	—
	Taraxacum spp.	タンポポ	—	—
Poaceae イネ科	*Echinochloa crus-galli* subsp. *edulis* HONDA	ヒエ	—	—

科　　名	種　　名		成虫の摂食する植物	幼虫の摂食する植物
Commelinaceae ツユクサ科	*Commelina communis* LINNAEUS	ツユクサ	—	—
Dioscoreaceae ヤマノイモ科	*Dioscorea Batatas* form. *elongata* HARA	ナガイモ	—	—
17	38		14	14

—摂食しない植物，＋摂食する植物，(＋)成虫は摂食と共に産卵し，幼虫は摂食により発育完了し得る植物。
* 小山 (1952) は幼虫は日本南瓜 *Cucurbita moschata* DUCHARTRE でも生育出来ることもあると報じている。
植物学名は本田正次 (1939) 日本植物名彙による。

第1表によれば札幌近郊に於ける産卵植物は17科38種に上つた。これらの植物で飼育した結果は成虫の摂食する植物はキク科：ゴボウ。　ウリ科：カボチヤ，キウリ。　ナス科：チヨウセンアサガオ，トマト，イヌホウズキ，ナス，ジヤガイモ，クコ。　マメ科：ササゲ，ダイズ。　アブラナ科：ダイコン，カブ，ハクサイの5科14種で，産卵植物の約40%に当り，そのうち成虫がそれのみを摂食することによつて世代を完了し得る植物はナス科に属する6種即ちチヨウセンアサガオ，クコ，トマト，ナス，イヌホウズキ，ジヤガイモであつて，これは産卵植物の15.8%に当る。

幼虫の摂食植物は6科14種で成虫のそれと略同じであるが，ダイズは摂食せず，成虫の摂食しないスベリヒユを摂食する。それらのうち，発育可能な植物は成虫の場合と同種のナス科に属する6種であつた。尙，これらの植物のうち，ナス科植物は何れの場所にあつても産卵されるが，その他の植物は，それがジヤガイモ畑内又はその周辺に自生している場合に限り産卵され，それ以外の場所に於ては産卵が見られなかつた。

2. 植物別産卵調査

1950年8月に北海道農業試験場の約50坪のジヤガイモ畑に於て任意に1坪宛5箇所の調査区を設け，植物別にその産卵状態を調査した。この調査区中の主作物たるジヤガイモの生育状態は平年並みであつた。又，自生した雑草は13科18種でそのうち産卵を認めたものは12科14種であつた。その調査結果は第2表の如くである。

第2表 植物別産卵状態

Table 2 Oviposition in various plants of adult.

科　　名	種　　名		調査株数	産卵株数	産卵塊数	産卵数	産卵株1株当産卵数
Equisetaceae トクサ科	*Equisetum arvense* LINNAEUS	スギナ	14	2	3	54	27.0
Polygonaceae タデ科	*Persicaria tenuiflora* HARA	オオイヌタデ	5	3	3	145	48.3
	Rumex Acetosa LINNAEUS	スイバ	3	3	3	74	24.7
	R. japonicus HOUTTUYN	ギシギシ	8	0	0	0	0
Chenopodiaceae アカザ科	*Chenopodium centrorubrum* NAKAI	アカザ	74	42	52	1185	28.2
Amarantaceae ヒユ科	*Euxolus ascendens* HARA	イヌビユ	64	44	99	2580	58.6
	E. caudatus MOQUIN	アオビユ	22	0	0	0	0

科名	種名		調査株数	産卵株数	産卵塊数	産卵数	産卵株1株当産卵数
Portulacaceae スベリヒユ科	*Portulaca oleracea* LINNAEUS	スベリヒユ	24	2	3	66	33.0
Caryophyllaceae ナデシコ科	*Stellaria media* CYRILLUS	ハコベ	1	1	1	25	25.0
Brassicaceae アブラナ科	*Capsella Bursa-pastoris* MEDICUS	ナヅナ	3	3	10	243	81.0
	Rorippa palustris BESSER	スカシタゴボウ	1	1	1	35	35.0
Papilionaceae マメ科	*Trifolium pratense* form. *sativa* SERINGE	ムラサキツメクサ	1	0	0	0	0
	T. repens LINNAEUS	シロツメクサ	3	0	0	0	0
Asclepiadaceae カガイモ科	*Metaplexis japonica* MAKINO	カガイモ	3	3	13	219	73.0
Plantaginaceae オオバコ科	*Plantago asiatica* LINNAEUS	オオバコ	4	1	1	17	17.0
Asteraceae キク科	*Helianthus tuberosus* LINNAEUS	キクイモ	1	1	1	14	14.0
Poaceae イネ科	*Echinochloa crus-galli* subsp. *edulis* HONDA	ヒエ	21	0	0	0	0
Commelinaceae ツユクサ科	*Commelina communis* LINNAEUS	ツユクサ	36	11	22	587	53.2
	18		288	117	212	4213	55.2
Solanaceae ナス科	*Solanum tuberosum* LINNAEUS	ジヤガイモ	39	5	9	269	53.8
	19		327	122	221	4482	36.7

第2表によれば産卵された雑草の種類は調査区中に自生した雑草の77.7%で，その産卵株数は総株数の40.6%であつた。1株当りの産卵数の最も多かつたのはナヅナ81.0粒，次いでガガイモ73.0粒，イヌビユ58.6粒等が，その主なるものであつた。

3. ジヤガイモ並びにアカザに對する産卵

1949年6月7日～7月16日に北海道農業試験場にてジヤガイモ並びにアカザの莖葉に対する産卵状況を室内に於て調査した。

實驗材料及び方法 実験は室内に於て行い，高さ39.0cm，間口24.0cm，奥行22.0cm，表面は硝子戸，背面は金網の飼育箱を使用した。

これに越冬成虫をそれぞれ放飼し，産卵植物並びに供試虫は48時間毎に更新し，その都度産卵の有無を観察した。その試験区別は次の如くである。

イ．ジヤガイモ単用区

ロ．アカザ単用区

ハ．ジヤガイモ，アカザ併用区

単用区とはそれのみを産卵植物とした場合，併用区とは2箇の飼育箱を金網にて組合せ，一方にジヤガイモ，他方にアカザを産卵植物とし，アカザの方にのみ供試虫を放飼した。尚，飼育箱は各々別々の室に設置した。又，飼育箱内に乾湿球の

寒暖計を設置した。

各区の産卵状況は第3表の通りである。

第3表 ジヤガイモ並びにアカザに対する産卵数

Table 3 Oviposition number on potato and *Chenopodium centrorubrum*.

試験区別	回数 調査月日 / 産卵場所	1 7/VI	2 2/VII	3 4/VII	4 8/VII	5 10/VII	6 12/VII	7 14/VII	8 16/VII	小計	總産卵數に對するBの産卵比	総計	名区を100としての産卵比		
ジヤガイモ単用	A	105	63	63	389	305	400	347	642	2314	25.1	3,091	100	316.1	241.1
	B	0	42	126	147	189	189	21	63	777					
アカザ単用	A	0	0	0	263	168	168	42	84	725	25.8	977	31.6	100	76.2
	B	0	0	63	0	42	84	21	42	252					
ジヤガイモ,アカザ併用	A	21	21	21	105	189	242	105	242	946	26.2	1,282	41.5	131.2	100
	B	0	42	0	21	63	126	21	63	336					

註 Aとは植物上，BとはA以外の場所に産卵されたもの。1～3回までは雌虫20頭，雄虫5頭，4～8回までは雌虫50頭，雄虫10頭。

第3表によればジヤガイモ単用とアカザ単用及び併用との間には明らかに差があるが，アカザ単用と併用との間には顯著な差は認められない。又，各区ともに植物体以外に約25%強の産卵を行つている。尚，アカザ単用及び併用は実験期間中は全く絶食の状態に置かれている。

4. 考 察

オオニジユウヤホシテントウが最も普通に産卵する植物は，本種の主要食餌植物たるジヤガイモと，摂食により世代を繰り返すことの出来るナス科植物であるが，ジヤガイモ畑又はその周辺に於てはこの他多数の植物に産卵が見られる。このようにナス科植物以外のものが，ジヤガイモ畑又はその周辺に限つて産卵されるものは次のような理由に基づくものではないかと考えられる。即ち，本種の越冬成虫は恐らくジヤガイモより発散する化学物質（ソラニン）によつ引て誘され（門前,[5] 1950），ジヤガイモ畑に集り，ジヤガイモの葉を摂食することにより成熟し産卵する。しかして産卵はその棲息範囲内の植物に対しては選択することなく行うのでなかろうかと考えられる。各植物間の産卵数の相違は成虫の選択性によるかどうかについては不明である。又，一般に成虫は幼虫より多食性であると云われているが，本実験の範囲では，摂食する植物に大差なく，成虫が成熟産卵し，幼虫の発育完了し得る植物の種類はナス科の6種であつた。

オオニジユウヤホシテントウ成虫の産卵について叙上の如き考察を試みたが，産卵を誘起せしめる因子については更に実験的に究明する必要がある。

5. 摘 要

本報には札幌近郊に於て調査したオオニジユウヤホシテントウの産卵植物に就いて述べた。

1. 本調査に於て17科38種の産卵植物を観察した。その主なるものはジヤガイモをはじめとし，ガガイモ，ナヅナ，イヌビユ，アカザ，イヌタデ，ツユクサ等である。

2. 本種の産卵植物は必ずしも成虫又は幼虫の食餌植物とは限らない。産卵植物のうち成虫は5科14種，幼虫は6科14種の植物を摂食するが，摂食により世代を完了し得る植物はナス科に属するジヤガイモ，ナス，トマト，チヨウセンアサガオ，クコ，イヌホウズキの6種のみであつた。

3. 産卵植物はジヤガイモ畑以外ではナス科植物を除いては見られなかつた。即ちジヤガイモ畑の内又はその周辺に於て産卵された植物でも，ジヤガイモのない所では産卵が見られなかつた。

4. 越冬成虫はジヤガイモ特有の臭気に誘引され，ジヤガイモを摂食することによつて卵が成熟し，棲息環境内に於て食餌植物を区別することなく種々なる植物に産卵するものでないかと考えられる。

参考文献

1. 池本　始 (1952)：オオニジユウヤホシテントウ，スベリヒユを食す。ニユー・エントモロジスト，2 (¾)，p.39.
2. 小山長雄 (1952)：オオニジユウヤホシテントウの実験ノートから．新昆虫，5 (9)，p.39.
3. 黒澤　強 (1953)：北海道に於けるオオニジユウヤホシテントウの産卵植物．札幌農林学会報，39 (3)，p. 22.（講演要旨）.
4. 松村松年 (1895)：廿八星瓢虫ニ就キ.動物学雑誌，7 (86), pp. 414～420 (特にp.418).
5. 門前弘多 (1950)：大廿八星瓢虫の趨化性に関する実驗．昆虫，18 (6)，pp. 39～40.

Résumé

1. This is an account of investigations concerning the plants on which the large 28-spotted lady beetle, *Epilachna vigintioctomaculata* MOTSCHULSKY diposits itseggs in Sapporo.

2. The eggs have been found on 38 species belonging to 17 families of plants; the principal species are as follows: *Solanum tuborosum* L., *Metaplexis japonica* MAKINO, *Capsella Bursa-pastoris* MEDICUS, *Euxolus ascendens* HARA, *Chenopodium centro rubrum* NAKAI, *Persicaria longiseta* KITAGAWA, and *Commelina communis* L.

3. The egg deposited plants are not necessarily food plants. Fourteen species of 5 families and 14 species of 6 families in the oviposited plants are eaten by adult beetles and larvae respectively, but they complete their generation only by eating 6 species of Solanaceae.

4. The oviposition on plants except Solanaceae has been found only in potato fields.

5. Overwintered adults are attracted to potato fields by the odour of the potatoes, and then mature by eating potato leaves. Once fertilized, females oviposit on any plants in fields which they inhabit.

馬鈴薯に寄生するアブラムシの發生消長について

西尾美明* 今林俊一*

ZUR FRAGE DES ANFLUGES UND DER FORTPFLANZUNG VON AN KARTOFFELN VORKOMMENDEN BLATTLÄUSEN

von Yoshiaki NISHIO und Shun-ichi IMABAYASHI

I. 緒　言

現在我が国で馬鈴薯に寄生するアブラムシとしてはモモアカアブラムシ *Myzus persicae* SULZER, ジヤガイモヒゲナガアブラムシ *Macrosiphum pelargonii* KALTENBACH, ワタアブラムシ *Aphis gossypii* GLOVER の3種が知られているが，北海道ではワタアブラムシは馬鈴薯に寄生することが認められていない。又従来その生活環としてモモアカアブラムシは桜，梅，李等のバラ科植物上で卵態で越冬し7月中旬馬鈴薯に転移し，ジヤガイモヒゲナガアブラムシはクローバー，ベニバナウマゴヤシ等のマメ科植物に卵態で越冬して5月下旬から馬鈴薯に転移すると云われている。しかし従来知られていた生活環，特にバイラス病伝播の見地から最も重要視されているモモアカアブラムシの生活環には疑問の点が少なくない。筆者等は札幌近郊並びに広島村，安平村附近における野外観察と共に，1951～1952年，北海道農業試験場馬鈴薯圃場でアブラムシ類の発生消長を調査し，二三の新しい事実を確め得た。もちろんアブラムシの生態はその土地の気候や環境等によつて違い，従つてその発生消長は各地方に於て異るものであるが，ここに取敢えず現在までの調査結果を報告したいと思う。

本研究は当場次長桑山覺博士，同昆蟲研究室長櫻井清技官の不断の御鞭撻によるところが多く，調査に当つては北海道中央馬鈴薯原々種農場長佐藤亮技官，同胆振農場長塩田弘行技官，同場関山英吉技官から種々の御援助を得た。ここに上記の各位に厚くお禮を申上げる。

II. 調査方法

北海道農業試験場圃場内の馬鈴薯畑に於て，5月上旬から毎日又は4日毎に寄生アブラムシ数を調査した。試験場圃場は20町歩内外で南北に長く大略海面の高さにある。調査馬鈴薯畑は 1951 年は200坪で東は採種用ビート畑，西は小麥畑，南は大麥，小麥，裸麥の混合畑，北は玉黍畑と隣接し，1952年は100坪で東はクローバー畑，西は小麥畑，南は燕麥畑，北は育種用馬鈴薯畑であつた。使用品種は1951年は「男爵薯」及び「紅丸」で5月7日播種，6月4日萠芽初めとなつた。1952年は「男爵薯」だけを用い，5月9日播種，6月2日萠芽初めとなつた。両年共に畦は南北に走り，畦間 3尺，株間1.5尺とした。馬鈴薯生育初期には100株を，莖葉繁茂後は20～50株を選び，株毎に寄生アブラムシを種別に有翅虫，無翅胎生雌虫及び仔虫に分けて数え，寄生株率，寄生密度を調査した。尙調査期間中の気象状況の概要は第1表の通りである。

---
* 病理昆虫部昆虫研究室

第1表 調査期間の気象状況
Tabelle 1 Meteorologisches Protokoll.

月	温度(C°) 最高	最低	平均	降水量(mm)	日照時間(時)	天候状態
昭和26 5	19.7	5.3	12.5	31.5	209.6	風は主にSE. 風速平均3.0m 晴曇日数略同日
6	21.7	11.4	16.6	111.2	171.0	風は主にSE. 風速平均3.0m 曇,雨多し
7	24.8	15.2	20.1	50.2	226.8	風は主にSE. 風速平均2.4m 晴曇日数略同日
8	30.4	18.9	24.1	119.9	237.2	風は主にSE. 風速平均3.0m 晴曇日数略同日
9	21.5	11.3	16.4	154.8	183.5	風は主にSE. 風速平均2.0m 曇天多し
昭和27 5	18.8	5.3	12.2	61.0	237.2	風は主に上旬NW. 下旬S. E. 晴曇日数略同日
6	22.8	11.4	16.9	114.2	227.2	風は主にE. 風速平均1.45m晴曇日数略同日
7	25.6	16.5	21.1	73.2	177.7	風は主にN. 風速平均2.1m主に曇日多し
8	26.3	17.3	22.5	62.2	162.7	風は主にN. 風速平均1.3m主に曇
9	22.3	12.5	17.4	79.7	172.2	風は主にSE. 風速平均1.9m晴天多し

III. 調査結果

1. 寄生初期の観察

馬鈴薯上で初めてアブラムシを発見したのは,1951年では6月4日で,モモアカアブラムシ有翅虫1,ジヤガイモヒゲナガアブラムシ有翅虫6,仔虫29であるが,ジヤガイモヒゲナガアブラムシ有翅虫は夫々数頭の仔虫と共に各々相距つた馬鈴薯上で見出された。1952年は6月2日にモモアカアブラムシ有翅虫1が発見された。両年共にこの時期は馬鈴薯がまだ萠芽したばかりで未発芽の個体も可なりあつた。このように最初に有翅虫及び仔虫が発見されるのは,有翅虫が他の場所から飛んで来て仔虫を産むためと考えられるので,その飛来源について調査をした。ジヤガイモヒゲナガアブラムシについては,広いクローバー畑を精密に調査して若干の有翅虫無翅虫及び仔虫を発見することが出来たが,その数は馬鈴薯上で発見されるものよりはるかに少ない。しかし馬鈴薯上に発見された有翅虫は他の場所から飛来したものであることは明らかであるから,これらのクローバー畑が飛来源となる可能性は大いにある。モモアカアブラムシについては附近のバラ科植物及びアブラナ科植物を調査したがバラ科植物では1頭も発見されず,アブラナ科植物では有翅虫を1～2頭観察しただけである。当農業試験場温室には冬季間,多数のモモアカアブラムシ無翅虫が棲息し,4月上旬～6月中旬に多数の有翅虫が現われるので,このような場所からも有翅虫が飛来することも考えられる。HAINE (1951) は Bonn 附近の温室には冬季,多数のモモアカアブラムシが棲息し馬鈴薯への大きな寄生源となつているといい, DAVIES (1932) は North Wales に於ては春季馬鈴薯葉上にモモアカアブラムシ無翅虫が最初から発生しているが,これは有翅虫が先ず飛来して仔虫を産んで飛去つたのではないかと云つた。しかしその後彼は多数のモモアカアブラムシが寄生している種馬鈴薯を播種したところ発芽したものの約半数に本種の無翅虫を認めたので,寄生を受けた馬鈴薯塊茎が発生源になる場合があり得るとも云つている。馬鈴薯塊茎にアブラムシが寄生することは我が国では報告されていないが,筆者等は1951年秋,胆振馬鈴薯原々種農場から天狗巣病にかかつた馬鈴薯塊茎を取寄せ,布袋に入れて貯蔵したところ,翌年3月7日これらの塊茎に多数のモモアカアブラムシ無翅虫が寄生しているのを発見し,3月20日頃より有翅虫が現われ,4月中旬から5月上旬には多数の有翅虫が観察された。このアブラムシは6月下旬まで塊茎に寄生を続けていた。これらの事実より我が国に於ても暖い地方又は場所では塊茎に寄生し無翅虫で世代を繰返しながら越冬出来るのではないかとも考えられる。DAVIES (1939)は

更に本種が冬季，圃場や市場のアブラナ科植物殊に縮緬甘藍等で無翅虫で世代を繰返しながら越冬することを観察し，その結果馬鈴薯茎葉上に現われるモモアカアブラムシの大部分はバラ科植物上で卵態で越冬するものとは無関係であると云うようになつた。又 Muenster (1945) はスイスに於ては冬季の温度が−7°C以下に降らない地方では本種は成虫越冬が可能で，それ以下に降る地方でも洞穴や屋内等では成虫越冬し，次年度の馬鈴薯寄生源となると云つている。しかし我々は冬季及び早春二・三の馬鈴薯貯蔵場，圃場の甘藍及び附近のアブラナ科植物を調査したが，塊茎寄生や成虫及び仔虫の越冬は認められなかつた。更に札幌市内，広島村，角田村等でも観察を行つたが寄生の初期に現われるのは有翅虫及び仔虫であり，此の点，前記 Davies の観察結果とは違つている。

2. 發生消長及び寄生率

第2表 発生消長及び寄生率

昭和26年 (1951)　**Tabelle 2** Pflanzenbefall in % und Anzahl der Blättlause.

調査月日	調査株数	寄生株率	調査株当りの蚜虫数 *Myzus persicae*	*Macrorsiphum pelargonii*	*Aphis gossypii*	蚜虫の総数	株当り平均蚜虫数	備考
Ⅵ. 4	100	15.0	有翅虫 1	有翅虫 6 仔虫 29		36	0.36	
Ⅵ. 6	100	10.0	有翅虫 2 仔虫 1	有翅虫 7 仔虫 13		23	0.23	
Ⅵ. 9	100	15.0	仔虫 2	有翅虫 5 仔虫 16		23	0.23	
Ⅵ. 13	100	33.0	有翅虫 3 無翅胎生雌虫 2 仔虫 1	有翅虫 8 無翅胎生雌虫 10 仔虫 42		66	0.66	
Ⅵ. 18	100	48.0	有翅虫 7 無翅胎生雌虫 6 仔虫 21	有翅虫 11 無仔胎生雌虫 6 仔虫 52		103	1.03	
Ⅵ. 20	100	54.0	有翅虫 8 無翅胎生雌虫 10 仔虫 58	有翅虫 6 無翅胎生雌虫 10 仔虫 103		165	1.65	
Ⅵ. 27	50	86.0	有翅生 1 無翅胎生翅虫 23 仔虫 116	有翅虫 3 無翅胎生雌虫 32 仔虫 103		278	5.56	
Ⅵ. 30	50	88.0	有翅生 2 無翅胎生雌虫 29 仔虫 110	有翅虫 1 無翅胎生雌虫 27 仔虫 116		285	5.70	
Ⅶ. 4	50	100	有翅虫 1 無翅胎生雌虫 39 仔虫 268	有翅虫 2 無翅胎生雌虫 29 仔虫 136		475	9.50	
Ⅶ. 8	50	100	有翅虫 1 無翅胎生雌虫 91 仔虫 782	有翅虫 3 無翅胎生雌虫 57 仔虫 161		1095	21.9	
Ⅶ. 11	20	100	有翅虫 1 無翅胎生雌虫 139 仔虫 605	有翅虫 5 無翅胎生雌虫 26 仔虫 95		871	43.6	
Ⅶ. 14	20	100	有翅虫 5 無翅胎生雌虫 166 仔虫 898	有翅虫 4 無翅胎生雌虫 32 仔虫 142		1247	62.4	
Ⅶ. 18	20	100	有翅虫 11 無翅胎生雌虫 322 仔虫 1357	有翅虫 2 無翅胎生雌虫 38 仔虫 118		1848	92.4	
Ⅶ. 21	20	100	有翅虫 10 無翅胎生雌虫 461 仔虫 1685	無翅胎生雌虫 31 仔虫 98		2285	114.3	
Ⅶ. 25	20	100	有翅虫 16 無翅胎生雌虫 533 仔虫 2148	有翅虫 1 無翅胎生雌虫 39 仔虫 209	有翅虫 5 仔虫 12	2963	148.2	
Ⅷ. 28	20	100	有翅虫 29 無翅胎生雌虫 300 仔虫 1106	有翅虫 1 無翅胎生雌虫 23 仔虫 42	無翅胎生雌虫 28 仔虫 115	1644	82.2	

調査月日	調査株数	寄生株率	調査株当りの蚜虫数 *Myzus persicae*	*Macrosiphum pelargonii*	*Aphis gossypii*	蚜虫の総数	株当り平均蚜虫数	備考
Ⅷ. 1	20	100	有翅虫 5 無翅胎生雌虫 244 仔虫 407	有翅虫 1 無翅胎生雌虫 6 仔虫 12	無翅胎生雌虫 13 仔虫 47	735	36.8	
Ⅷ. 10	20	100	有翅虫 2 無翅胎生雌虫 148 仔虫 95	仔虫 3	仔虫 24	272	13.7	*Aphis gossypii* の寄生2株
Ⅷ. 18	20	100	有翅虫 1 無翅胎生雌虫 163 仔虫 120	無翅胎生雌生 1	無翅胎生雌虫 3 仔虫 2	290	14.5	
Ⅷ. 22	20	70.0	無翅胎生雌虫 30 仔虫 14			44	2.2	
Ⅷ. 25	20	45.0	仔虫 30 無翅胎生雌虫 13 仔虫 24			37	1.85	
Ⅷ. 29	20	20.0	無翅胎生雌虫 7 仔虫 7			14	0.7	

昭和27年（1952）

調査月日	調査株数	寄生株率	調査株当りの蚜虫数 *Myzus persicae*	*Macrosiphum pelargonii*	*Aphis gossypii*	蚜虫の総数	株当り平均蚜虫数	備考
Ⅵ. 2	100	1.0	有翅虫 1			1	0.01	
Ⅵ. 4	100	1.0		有翅虫 1		1	0.01	
Ⅵ. 7	100	4.0	有翅虫 1	有翅虫 3 仔虫 7		11	0.11	
Ⅵ. 11	100	5.0		有翅虫 3 仔虫 4		7	0.07	
Ⅵ. 14	100	19.0		有翅虫 11 無翅胎生雌虫 1 仔虫 41		53	0.53	
Ⅵ. 18	100	61.0	有翅虫 5 仔虫 1	有翅生 20 無翅胎生雌虫 12 仔虫 147		185	1.85	
Ⅵ. 25	50	80.0	有翅虫 2 仔虫 2	有翅虫 16 無翅胎生雌虫 48 仔虫 281		349	7.0	
Ⅵ. 28	50	86.0	有翅虫 1 無翅胎生雌虫 8 仔虫 103	有翅虫 12 無翅胎生雌虫 87 仔虫 185		396	7.92	
Ⅶ. 3	50	100	有翅虫 2 無翅胎生雌虫 10 仔虫 24	有翅虫 4 無翅胎生雌虫 104 仔虫 449		593	11.9	
Ⅶ. 12	20	100	有翅虫 2 無翅胎生雌虫 13 仔虫 114	有翅虫 1 無翅胎生雌虫 55 仔虫 188		373	18.7	
Ⅶ. 16	20	100	有翅虫 2 無翅胎生雌虫 8 仔虫 36	有翅虫 2 無翅胎生雌虫 34 仔虫 110		192	9.6	
Ⅶ. 19	20	100	無翅胎生雌虫 14 仔虫 83	有翅虫 1 無翅胎生雌虫 13 仔虫 73		184	9.2	
Ⅶ. 23	20	100	有翅虫 4 無翅胎生雌虫 19 仔虫 78	有翅虫 1 無翅胎生雌虫 18 仔虫 48		168	8.4	
Ⅶ. 30	20	90.0	有翅虫 1 無翅胎生雌虫 17 仔虫 39	無翅胎生雌虫 6 仔虫 36		99	5.0	

調査月日	調査株数	寄生株率	調査株当りの蚜虫数 *Myzus persicae*	*Macrosiphum pelargonii*	*Aphis gossypii*	蚜虫の総数	株当り平均蚜虫数	備考
VII. 2	20	95.0	無翅胎生雌虫 7 仔虫 32	無翅胎生雌虫 4 仔虫 26		69	3.5	
VIII. 6	20	75.0	有翅虫 1 無翅胎生雌虫 16 仔虫 19	無翅胎生雌虫 1 仔虫 6		43	2.2	

発生消長調査には先ずアブラムシが圃場の全株に均等に分布するかどうかを予め調査する必要があるが，Davies (1932) 及び Profft (1939) は大体均等に分布すると云つているので調査株は圃場から任意にとつた。ワタアブラムシは集団的に寄生し或る株には多数の個体が寄生しているが附近の株には全くついていない場合も多い。モモアカアブラムシ及びジヤガイモヒゲナガアブラムシは常に上部の葉よりも下部の葉に多いと思われたので1株全体のアブラムシ数を調査した。

第2表に示した通り6月初旬から8月中～下旬までモモアカアブラムシ及びジヤガイモヒゲナガアブラムシが寄生し，7～8月にワタアブラムシの寄生が見られた。1951年にはモモアカアブラムシは，初めはジヤガイモヒゲナガアブラムシより数が少なかつたが後日に至つて多くなり，8月下旬には全部を占めるようになつた。1952年はモモアカアブラムシは常にジヤガイモヒゲナガアブラムシより数が少なく，又ワタアブラムシは前年と異り1頭も発見されなかつた。

寄生率は1951年は6月4日15%，6月20日54%，7月4日 100%に達し，これは8月18日まで続き，1952年は6月2日1%，6月18日61%，7月3日には 100%に達し，両年共に同じ傾向を示している。1952年に7月中旬より寄生数が可成り減つているのは疫病の発生によるものと思われる。1株当りの最高寄生数は 1951年7月25日の 148.2頭，1952年7月12日の 18.7頭で，前年の発生数が極めてかつた。寄生数の減少は1951年は7月28日に初まり，寄生株率は8月22日70%，8月29日20%となり9月になると5%以下となつた。この頃は「男爵薯」は既に完全に枯死してアブラムシは全く見られないが，「紅丸」は生育最盛期は過ぎているが未だ殆んど青々としていた。

種類別の季節消長を見れば，1951年はモモアカアブラムシは7月上旬より著しく増加し下旬には急に減じている。ジヤガイモヒゲナガアブラムシは7月25日頃最も多いが全期間を通じて増減のカーブは緩かである。ワタアブラムシは7月下旬に最も多くその後徐々に減じている。1952年はジヤガイモヒゲナガアブラムシは前年より数が多く，7月上旬に最も増加しその後減少している。モモアカアブラムシは7月上旬に最も多くなつているが増減の度合は前年より緩かとなつている。Davies (1932) は *Macrosiphum gei* は花に多く集る傾向があり，花が枯れるとこれについていたアブラムシが葉に移るため，葉のアブラムシ数が一時殖えると云い，花の咲く時期がアブラムシ各種の季節消長に関係する一つの主要因子であると述べている。我々の観察に於てもジヤガイモヒゲナガアブラムシは花に多く集る傾向が認められたが，同時にモモアカアブラムシも花の内部に多数潜入しているのを観察した。馬鈴薯が枯死した後，アブラムシ類が何処へ転移するかは未だ確めていないが，これらの問題は将来の研究にまつところが多い。2年間の調査を通じてモモアカアブラムシ及びジヤガイモヒゲナガアブラムシ共に仔虫の数が最も多く，無翅雌虫がこれに次いでいるが有翅虫も全期間を通じて少しずつ見出されている。尚8月中旬以降，ジヤガイモヒゲナガアブラムシは枯れた馬鈴薯から枯れない馬鈴薯へ移動するため，本種の寄生率の高い所では，遅くまで枯れない馬鈴薯の寄生数が一時的に高まることがある。

従来，他の地方で調査された発生消長と本調査の結果を比較すれば，秋田県刈和野町（安孫子・末永, 1945）に於ける調査によれば，アブラムシの寄生は6月上旬より初まり，最高は7月20日頃で7月下旬以降，急激に減少し8月下旬から9月上旬にかけては極く僅かのものが見出されている。この傾向は札幌附近の発生消長と大体一致している。

岩手県（藤澤，1947）に於ける調査によれば寄生初日はモモアカアブラムシ6月18日，ジヤガイモヒゲナガアブラムシ6月11日，ワタアブラムシ8月12日で，最高寄生数はモモアカアブラムシ，ジヤガイモヒゲナガアブラムシ共に8月中旬に見られ，札幌附近及び秋田県刈和野町のものより寄生初期及び最高寄生時期が遅れている。尚，岩手県ではジヤガイモヒゲナガアブラムシの数がモモアカアブラムシの数より著しく多いが，この傾向は胆振火山灰地地方にも見られる。又，イギリスに於いては（Davies, 1932）モモアカアブラムシの外に *Macrosiphum gei* がいるが，この両種の発生消長は北海道に於けるモモアカアブラムシ及びジヤガイモヒゲナガアブラムシの発生消長と各々非常によく似ている。

摘　　要

1. 本報告は1951～1952年，札幌郡琴似町の北海道農業試験場圃場で馬鈴薯に寄生するアブラムシ類の発生消長を調査した結果である。

2. 本調査で北海道ではモモアカアブラムシ，ジヤガイモヒゲナガアブラムシ，ワタアブラムシ3種が寄生することが認められた。ワタアブラムシは従来北海道に分布することは認められていたが馬鈴薯に寄生することは知られていなかつた。

3. モモアカアブラムシ及びジヤガイモヒゲナガアブラムシは馬鈴薯が萠芽し初める6月上旬より，枯凋する8月下旬まで寄生し，両種共に7～8月に最も増加する。この両種の発生消長はイギリス North Wales に於けるモモアカアブラムシ及び *Macrosiphum gei* の発生消長と非常によく似ている。

4. モモアカアブラムシは冬季室内貯蔵の馬鈴薯塊茎に無翅雌虫で越冬することをこのたびの調査で認めた。この事実は従来わが国では知られていなかつた。

5. 発生消長は年によつて差異があるが札幌附近のものは秋田県のものと大体一致し，岩手県のものよりは寄生初期及び発生最高期が早い。

文　　献

1. 安孫子孝一（1946）：馬鈴薯の採種とバイラス．農業及園芸，21，pp．71～74．
2. 安孫子孝一・末永一（1945）：馬鈴薯に於ける蚜虫の寄生消長とバイラス病伝播との関係．農業及園芸，20，pp．133～134．
3. Davies, W. M. (1932): Ecological studies on aphides infesting the potato crop. Bull. Ent. Res., 23, pp. 535-548.
4. ——— (1934): Studies on aphides infesting the potato crop. II. Aphis survey: its bearing upon the selection of districts for seed potato production. Ann. Appl. Biol., pp. 283～299.
5. ——— (1935): Studies on aphides infesting the potato crop. III. Effects of the variation in relative humidity on the flight of *Myzus persicae* Sulz.. Ann Appl. Biol., 22, pp. 106～114.
6. ——— (1935): A water-power mechanical trap. Bull. Ent Res., 26, pp. 553～557.
7. ——— (1936): Studies on aphides infesting rhe potato crop. VI. Aphis infestation of isolated plants. Ann. Appl. Biol., 25, pp. 122～142.
8. ——— (1939): Studies on aphides infesting the potato crop. VII. Report on a survey of the aphis population of potato in selected districts of Scotland. Ann. Appl. Biol., 26. pp. 116～134.
9. 福上貞吉（1946）：ジヤガイモヒゲナガアブラムシと馬鈴薯萎縮病との関係に就いて，生物，1，pp．37～41．
10. Haine, E. (1951): Zur Frage der Überwinterung von *Myzodes persicae* Sulz. an Sekundärwirten, II. *Myzodes persicae* Sulz. und andere an Kartoffeln vorkommende Aphiden in den Gewächshäusern von Bonn. Anz. Schadlingsk., 24, s 97～103.
11. 堀　松次（1926）：ジヤガイモヒゲナガアブラムシに関する調査，北海道農試報告，17，pp，51～83．
12. ——— （1929）：北海道に於ける主要農園芸蚜虫類．北海道農試報告，23．
13. 藤澤　登（1950）：馬鈴薯蚜虫類の発生消長について．東北病害虫講演討論会講演要旨，1，pp．25～27．
14. Kvicala, B. A. (1949): Nejdůležitějsī msice na bramborach. Ochrana Rostlin 22. pp. 44～

54.

15. 桑山 覺 (1947)：馬鈴薯のアブラムシとその防ぎ方，北農，14. pp. 117～122.

16. MUENSTER, J. (1945) : Aggravation de la dégénerescence de la pomme de terre en rapport avec une forte invasion du puceron gris du pecger *Myzus persicae* SULZ. au cours de ces dernieres années. Rev. Rommande Agric. Vit. et Arbor. 9. pp. 11～3.

17. 小笠原秀雄・藤澤登・中谷真也 (1950)：馬鈴薯寄生蚜虫品種間の寄生消長，農業及園芸，25, pp. 419～420.

18. 森津孫四郎 (1948) ： 我が国に於ける有害蚜虫，(1)，ジヤガイモの蚜虫. むし，18, pp. 67～75.

19. PROFFT, J. (1939) : Über Fluggewohnheiten der Blattläuse im Zusammenhang mit der Verbreitung von Kartoffelvirosen. Arb. Phys. angew. Ent. Berlin-Dahlem. 6. pp. 119～145.

20. 末永 一 (1943) ： 馬鈴薯に寄生する蚜虫の種類，植物及動物，11, pp. 379～382.

21 ——— (1946) ： 馬鈴薯ヴアイラスの防除と蚜虫，農業及園芸，21, pp. 75～78.

22. 内田登一 (1942)：馬鈴薯の害虫. 柏葉書院.

Resüme

Zur Zeit sind in Japan 3 Aphidenarten, *Myzus persicae* SULZER, *Macrosiphum pelargonii* KALTENBACH und *Aphis gossypii* GLOVER als an Kartoffeln vorkommenden Blattläusen bekannt. Jedoch ist der Generationswechsel derselben in unserem Distrikt gegenwärtig noch nicht bekannt.
Unter den früheren Entomologen war die Ansicht vertreten, dass die Pfirsichblattlaus an den Pfirsichbäumen überwintert und im Juli die Kartoffelschläg von neuem besiedelt, *Macrosiphum pelargonii* auf den *Trifolium*-Gräsern überwintert und im Juni die Kartoffelpflanzen besiedelt und *Aphis gossypii* auf Kartoffelstauden nicht vorkommt. Diese These ist sehr fraglich, da man nach Ansicht der Kartoffel-züchter *Myzus persicae* und *Macrosiphum pelargonii* an Kartoffeln sogleich nach der Keimung und *Aphis gossypii* an Kartoffelstauden im Juli und August finden kann. Es besteht wenig Klarheit darüber welche Pflanzen oder Plätze diese Blattläuse besiedeln und wo sie überwintern.

Um den Anflug und den Generationswechsel der Blattläuse an den Kartoffeln zu ermitteln, wurden in den Jahren 1951 und 1952 bei uns auf dem Schlage der Hokkaido Landwirtschaftsversuchsstation Versuche durchgeführt. Unser Befund scheint sich mit dem Ergebnis von DAVIES (1932) in hohem Mass zu decken. *Myzus persicae* und *Macrosiphum pelargonii* können von Anfang Juni bis Ende August und *Aphis gossypii* im Juli und August an Kartoffelstauden vorkommen. Das Ergebnis unserer Versuche steht insoferne in einem gewissen Widerspruch mit den Ergebnissen von DAVIES, als dieser Autor festgestellt hat, dass in Nord Wales im Anfangsstadium des Befalles, 2 ungeflügelte vivipare Weibchen von *Myzus persicae* gefunden wurden. Nun fanden wir in unserem Distrikt in beiden Jahren im Anfangsstadium des Befalles nur geflügelte Tiere und ihre Junglarven.
Diese Verschiedenheit in der Konstatierung scheint uns von Bedeutung zu sein. Vielleicht sind die Blattläuse in unserem Distrikt von Kartoffelstauden anderer Distrikte eingeflogen. Die Untersuchungen zur Frage der Überwinterung der Kartoffelblattläuse sind bei uns noch nicht vollständig abgeschlossen. Wir wissen, dass die Gewächshäuser der Landwirtschaftsversuchsstation als Fortpflanzung- und Überwinterungsstätten bei *Myzus persicae* eine Rolle spielen. Aber die natürlichen Überwinterungsstätten von den auf Kartoffelstauden lebenden *Myzus persicae* sind uns bis jetzt noch nicht bekannt.

植物上におけるマダニ (*Haemaphysalis bispinosa* NEUMANN) の幼虫の行動について

難　波　直　樹*

ON THE BEHAVIOUR OF THE TICK LARVAE (*HAEMAPHYSALIS BISPINOSA* NEUMANN) ON VEGETATION

By Naoki NAMBA

緒　　言

マダニの生活過程中においては少なくとも2回吸血の機会を必要とするが，それは幼虫から成虫になるための成長的栄養物質の摂取に他ならない。即ち幼虫の時代に第1回の吸血を行い，脱皮して若ダニ（Nymph）の時代に第2回の吸血を行つて後，脱皮してはじめて成虫（Adult）となり得るのである。成虫の時代に吸血を必要とするのは雌虫であつて，産卵的栄養物質摂取のために謂わば第3回の吸血を行う。*Haemaphysalis bispinosa* NEUMANN は各発育段階毎に地上に落下して，宿主を求める3寄生性のマダニであるために，幼虫，若ダニ及び成虫何れも温血動物殊に家畜類に寄生吸血する機会を牧野の如き草地の植物上で常に待機している。マダニの活動に伴う季節的な消長については MACLEOD (1932), CARRICK & BULLOUGH (1940), SMITH, COLE & GOUCK (1946) 等をはじめ多数の研究者により各種類について研究され，吸血行動に伴う吸血機構については ARTHUR (1951, 1952) により組織学的に研究されているが， LEES & MILNE (1951) 等は *Ixodes ricinus* LINNÉ の活動についての観察に基づいた詳細な研究を報告している。

しかし各発育過程時における行動やマダニの棲息環境における生態についてはまだよく知られていない。筆者は牧野におけるマダニの棲息環境に関する問題を追求しているが，その生活形のうちの一つでも解明されれば，問題とされている防除面に聊かでも役立つと考えられるので，今回は幼虫の植物上における行動と植物との関連性について観察を試みた次第である。

本文を草するに当り，研究の当初より懇切なる御指導を賜つている北海道大学農学部教授犬飼哲夫博士並びに北海道農業試験場次長桑山覺博士に対し深甚なる感謝の意を表すると共に，種々御教示を戴いた北海道大学農学部助教授山下次郎博士に対し厚く感謝する。また試験材料の蒐集に当り御協力を賜つた檜山支庁産業課，東瀬棚町役場，同町農協組合長塩田重太郎氏，上ノ国村役場鏡助役並びに道立江差高等学校渡辺教官，同校生物班学生各位に深謝し，御鞭撻を頂いた上月畜産部長，三股牧野研究室長に敬意を表する。

調査材料及び方法

自然的行動観察のために実験用草地としてオーチャードグラツス5，赤クロバー3，ツユクサ2の草生割合を示す草地に $2.5m^2$ の区劃をとり，高さ30cm を有する1分鉄板で外郭を囲み，その中心部に径30cm，地上高さ20cm，地下5cm の円筒状の鉄板を挿入し，その内部に充分吸血したマダニの雌成虫を放飼し上部をガーゼで被覆した。

供試マダニは東瀬棚町有牧野並びに江差郡上ノ国村有牧野において放牧中の家畜に寄生吸血中の *Haemaphysalis bispinosa* NEUMANN を採集使用した。供試虫の生体重量(吸血量)は250mg以上（平均産卵数1430粒）のもので個体数は5頭である。

調査は実験用草地に放飼した雌成虫が産卵し，孵化した幼虫がガーゼの目より自由に這い出して

* 畜産部牧野研究室

植物上に移動を認めた時から始め,調査時の気温,湿度及び天候状態を記録した。調査時刻は午前8時より午後5時までとし，目的により随時これを行つた。尚その他の方法については各項において述べることとする。

調査結果

1. 上昇性と集結性

マダニの産卵場所は湿度の稍々高い処で，比較的温湿度の変化の少ない庇護物の蔭であつて産卵するための巣を形成することはない。しかしその産卵の仕方には特徴があり，必ず移動することなく一箇所に団塊として産みつける。孵化した幼虫は直ちに活潑な運動を行うことなく3～4日間は産卵場所に集結しているので，その場所は恰も一つの巣を形成しているものの如くみえる。その後の幼虫の行動が如何に展開されるかについて次の実験を試みた。

実験は室内及び野外において行つたが，室内実験においては，幼虫は観察者が近づくとその体温や呼吸により速かに寄生行動を起すのでこれを防ぐために，縦50cm，横40cm，高さ30cmの四面ガラス製の箱を使用し,この中に実験装置として,幼虫の行動観察用シヤーレの他,温湿度計及び100W電球を入れ，必要に応じて点灯し，すべて外部から観察を行つた。

まず，実験室内において径4cm，深さ2.5cmの無蓋シヤーレを使用し，実験に附随してガラス漏斗及び長さ10cmの鉛筆を用い，孵化後4日経過した幼虫を放飼しその行動を観察した。

その結果，幼虫はシヤーレの上壁に移動集結するのがみられ，ガラス漏斗をシヤーレに被せるとその最先端部のガラス管外側に移動集結し，又，シヤーレの中に長さ10cmの鉛筆を底部に敷いた濾紙で保持して立てるとその最先端部へ移動集結するのがみられる。このことは孵化後4日以上経過した幼虫は運動を行い，且つ器物に上昇する習性のあることを示すものである。又，野外でクマイザサの自生する野草地において，面積1m²内に自生するクマイザサの茎の高さが5，10，15……50cmとなるように上部を刈り取つた茎を各々5本ずつとり，その中心部に幼虫を放飼すると，幼虫の移動上昇を認める高さは5～30cmまでであつて35cm以上における上昇は認められなかつた。これによつて幼虫の上昇性は有限的であることが明らかである。

前実験において幼虫がシヤーレの上壁或いは漏斗の先端部に上昇集結することがみられたが，その集結の仕方が幼虫の密集度や温度によつても異なるか否かをみるため次の実験を行つた。

即ち前同様の径4cm，高さ2.5cmの無蓋シヤーレ中に幼虫の放飼個体数を5，10，100及び300とし夫々のシヤーレに放飼した場合の集結の仕方は第1表に示す通りで温度及び幼虫の密集度により異なることが認められた。

第1表　幼虫集結の仕方

Table 1　The state of aggregation of the tick larvae.

放飼個体数	18°C 90%	25°C 94%	32°C 96%
5	全く集結を認めず	全く集結を認めず	全く集結を認めず
10	1ヶ所	同　上	同　上
50	2—3ヶ所	3—4ヶ所	同　上
100	2—3ヶ所	3—4ヶ所	2ヶ所
300	3—4ヶ所	8ヶ所に分離集結	2—3ヶ所

次に集結は植物の場合にも示されるか否かについて同じく実験室内において，植木鉢にヨモギ，ツユクサ，イヌビエの3種植物（何れも草丈20cm程度）を移植し，土壌の表面に幼虫を放飼して実験したところ，同じく植物に上昇し，しかも葉の先端へ集結することが認められた。この集結の理由については解明出来ないが，前述した密度の如何によるものと思われる。

2. 各種植物上における幼虫の棲息位置

上述の如く幼虫は植物に上昇し待機する場所（棲息場所）を求めることが明らかであるが，次に植物の形態及び植生状態（密又は粗）或いは植物の草丈等を異にする場合の行動について野外において調査を行つた。

まず9種植物を供試して調査した結果は第2表に示す通り，植物の種類により幼虫の棲息位置が

異なることを認めた。

第2表　植物の種類による幼虫の棲息位置

Table 2　Difference of location of tick larvae by the kind of plants.

供試植物名	棲息位置
ツユクサ	草丈20〜30cm，最先端に近い葉裏面先端及び花房莢
ホウチヤクソウ	草丈20〜40cm，最先端に近い2葉，裏面先端
オーチヤードグラツス	屈折までの高さ30〜40cm，屈折している内面
ハネガヤ	草丈30cmまでのもの，葉の裏面先端
ススキ	枯析せる茎の先端，茎管中，及び茎の鞘内面
キンエノコロ	草丈20〜30cm，葉の裏面先端
ヘラオホバコ	草丈20cm，　同　上
アカザ	草丈20〜0cm，　同　上
クマイザサ	枯析せる茎の先端

次に前述の如くクマイザサの茎を利用して上昇距離の実験をしたが，これは草丈の如何による幼虫の棲息位置とも見なすことが出来る。即ち自生するクマイザサやススキの如く茎が直立して葉が割合に少なく，しかも葉が上部の方に多い植物にはその葉の先端に幼虫を認めることは出来ない。その棲息に好適な高さは各植物によつて異なると思われるが，第2表に示したように大体草丈が20〜40cm位の植物の葉又は茎の先端に多くみられる。ここにクマイザサの茎で実験した結果を示すと第3表の如くである。

第3表　高さによる幼虫の集結割合

Table 3　Aggregation ratio of tick larvae by the difference of *Sasa* plant height.

クマイザサの高さ	集結割合
5 cm	14.8 %
10	25.9
15	31.5
20	23.1
25	2.8
30	1.9
35-40-45-50	0.0

植生の繁茂状態によつて幼虫の行動が或る程度阻碍されるようにみられる向があるので，これを確かめるためクマイザサ，ススキ，ホウチヤクソウ，ハネガヤ，キンエノコロ及びアカザ等の植生を有する場所を選んで1m²の区劃をとり，その半分を地上10cm位の処から刈り取り，他の半分をそのままとし，各の中心部に100頭ずつの幼虫を放飼し，幼虫の集結がどちらに移動するかについて実験した。その結果放飼後1日目では繁茂状態の粗（刈り取つた部分）の区は60%，密の区は40%であつたが，3日目になると粗の区は94%，密の区は6%の集結割合を示し，この割合は5日以降でも同様であつた。又粗の区においては幼虫は主としてススキ，クマイザサをはじめ刈り取つた茎の先端に集結し，密の区においてはホウチヤクソウ，キンエノコロやアカザの葉裏面先端にみられた。茎の先端部に集結位置を求める時は太陽の日射方向に対して逆の方向を占め，葉の先端に集結する場合はきまつて裏面部であることに注目されるが，これはマダニが陰性の走光性を持つことを示すものと考える。このことは実験室内において径1cm，長さ20cmのガラス管の半分を暗く半分を明るくして，この中に幼虫を入れると5日目位までは集結位置は半々であるが，次第に暗い部分に集結するものが多くなる傾向がみられる。本城（1952）はダニの陰性の走光性は皮膚光覚による刺激相称性であると解釈されると述べている。このように集結する位置はある程度，光により左右されるものと思われる。

3. 幼虫の行動上における植物の適否

自然草地において孵化した幼虫が，その場所を中心として無作意的に附近に自生する植物上に，棲息位置を求めるか否かについて次の要領で調査した。実験用草地において産卵場所を中心とし，中心部より30cm，60cm及び90cmの円周上にあるオーチヤードグラツス，赤クロバー及びツユクサの3種植物を各々10本ずつ無作意的に選び，これに番号を記した紙片を絲で結びつけ，各植物上に集結する幼虫を数え，数え終えると直ちに落す方法をとつた。その集結する数を記録し，多く集結する植物は幼虫の集結行動が容易で，少ないものは困難であろうと仮に判断することとした。その結果を示すと第4表の通りである。

第4表　植物による集結数とその割合（Ⅰ）

Table 4　Aggregation number and its percentage of tick larvae by different vegetation（Ⅰ）

（調査時刻　AM 9）

調査月日	オーチヤードグラツス *集結数	** %	赤クロバー 集結数	%	ツユクサ 集結数	%	計
10/Ⅷ	9	15.0	0	0.	51	85.0	60頭
14/Ⅷ	12	11.3	3	2.8	91	85.8	106
19/Ⅷ	10	10.0	3	3.0	87	87.0	100
24/Ⅷ	13	14.0	2	2.2	78	83.9	93
29/Ⅷ	15	12.6	0	0.	104	87.4	119
計	59	***12.5	8	1.7	411	86.9	473

*集結数は10本の総計，**%は1日総数に対する%

***計の%は総計に対する%

前表の通り各植物により集結数量に明らかに相違することが認められた。次にこれと同様の調査をクマイザサ，ススキ，アカザ，キンエノコロ及びホウチヤクソウの自生する野草地について行つた。この場合は幼虫500頭を放飼し，植物の選択を調査する目的で，植物上に集結している幼虫を手に附着せしめ，これを数えながら速かに殺す方法をとつた。その結果は第5表の如くである。

この2表より幼虫がある程度植物を選択する傾向が認められるが，この現象は幼虫が寄生行動や移動を行い易い植物に多く集結し，逆に集結数の少ない植物は幼虫の行動に不適当なものとも考えられる。

第 5 表　植物による集結数とその割合（Ⅱ）

Table 5　Aggregation number and its percentage of tick larveae by different vegetation（Ⅱ）

調査月日	ホウチヤクソウ 集結数	%	クマイザサ茎 集結数	%	ススキ茎 集結数	%	アカザ 集結数	%	キンエノコロ 集結数	%	計
30/Ⅸ	29	34.1	33	38.8	18	21.2	0	0.0	5	5.9	85頭
1/Ⅹ	35	38.8	36	32.9	24	21.8	3	2.7	12	10.9	110
2/Ⅹ	41	36.3	33	29.2	28	24.8	2	1.8	9	8.0	113
3/Ⅹ	32	39.5	23	28.4	22	27.2	0	0.0	4	4.9	81
5/Ⅹ	28	35.0	28	35.0	19	23.8	0	0.0	5	6.3	80
計	165	35.2	153	32.6	111	23.7	5	1.1	35	7.5	469
放飼数に対する%	33.0%		30.6%		22.2%		1.0%		7.0%		500

4. 日中における幼虫の行動

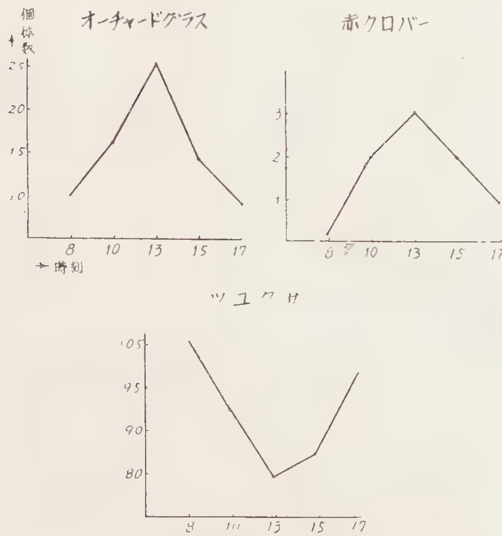
幼虫は植物茎葉の先端に棲息する場合の多いことを認めたが，昼間は移動することなしにその場所に定着しているものか否かを調査した。調査は前記の実験用草地において行い，調査時刻を午前8時，10時，午後1時，3時及び5時とし，6日間連続して調査を行つた。調査方法は記号を付けた植物に集結している数を確実に数え，その後は振い落さずそのままとした。その結果は第6表及び第1図に示す通りである。

第 6 表　日中における各植物上の幼虫の集結数量の変化

Table 6　Diurnal prevalence of tick larvae aggregating on plants.

調査時刻	温度 ℃	湿度 %	オーチヤードグラツス 数	* %	赤クロバー 数	%	ツユクサ 数	%	計 集結頭数	総計に対する%
8	19.3	76.8	10.0	13.3	0.2	2.4	106.3	24.0	116.5	21.4
10	23.2	71.8	16.3	21.6	2.0	24.4	92.5	20.0	110.8	20.3
13	24.9	72.4	25.3	33.6	3.0	36.6	79.8	17.3	118.1	21.7
15	22.7	74.3	14.5	19.2	2.0	24.4	84.5	18.3	101.0	18.5
17	21.5	74.6	9.3	12.3	1.0	12.2	98.3	21.3	98.6	18.1
計			75.4	100.0	8.2	100.0	461.4	100.0	545.0	1000

調査期日～数字は6日間平均を示す。　* 各々植物上の計に対する%



第 1 図 日中の移動状態

Fig. 1 Translocation of tick larvae in daytime.

第6表及び第1図に見られるように，集結数の多いツユクサにおいては日中は次第にその数を減少し，逆にオーチヤードグラス及び赤クロバーに数を増加する。しかし幼虫は集結せずにこれらの植物上を移動歩行するものが多い。室内実験において集結した幼虫が温度の上昇と共に離散するものが多くなることは前述したが，野外においてもこれとよく一致していることが認められた。昼間における幼虫の行動はオーチヤードグラスの如き植物を利用して移動したり，ツユクサの莖葉に上昇或いは下降運動を行うものと想像される。

考　　察

マダニの季節的消長を基本とした活動性に関する研究は近年とみに進捗している。殊にイギリスにおいては MILNE (1945)，ウェールスにては EDWARD & ARTHUR (1947)，北部イギリスにおいては MILNE (1947)，スコツトランドにおいては CAMPBELL (1950) 等が *Ixodes ricinus* LINNÉ について行い，北アメリカにおいては SMITH, COLE & GOUCK (1946) 等が *Dermacentor variabilis* (SAY) について行つた報告をみることが出来る。これらの季節的活動はそれぞれの地方によつて異なるが，総じてマダニの活動季節は1年間に2回の頂点を示す時期のあることを指摘している。即ち春季3～6月に至る間，特に4，5月頃に1回の頂点と夏秋及び冬季にかけては8～11月に至る間，特に9月に2回の頂点とを示すということである。このうち1回目の頂点に活動するマダニは，越冬した各発育段階の饑飢（吸血前）のマダニであり，2回目の頂点のそれは新しい産卵から孵化した幼虫と吸血によつて脱皮した若ダニや成虫等の活動時期である。本邦産マダニの季節的活動に関しては未だ詳細な報告がなく，筆者は1951年以来北海道におけるマダニの季節的消長について調査を進めているが，まだその結論を述べる段階に至つていない。

しかし北海道においては第1回の活動最盛時期は6月頃に認められ，第2回の頂点は9月頃のように思われる。幼虫の活動最盛時期は8～10月頃までであつて，今回の調査時期と一致している。これらのことから考えるとマダニの発生消長は年間のうち特に春と秋2度に亘つて最盛時期があると云つても差支えない。植物上においてマダニが如何なる行動をとつて宿主に吸血の機会を得るかという問題について前記研究者の中にも若干観察して報告しているのを見受けるが，その究明は今後更に研究を要する問題と思われる。LEES & MILNE (1951) は *Ixodes ricinus* LINNÉ について植物上における成虫の移動性を調査しているが，幼虫の植物に対する選択的行動性などについては觸れていない。

幼虫の行動が植物の形態や植生群落の状態を異にすることによつて変化することの原因の探究については本調査では不充分で今後の詳細な研究にまたなければならないが，本調査の結果植物の莖葉における毛茸の形状と数が幼虫の行動に影響を及ぼすように認められた。即ち幼虫の棲息が多いツユクサやホウチヤクソウにおいてはその莖葉は肉眼的に極めて滑らかであり，又顯微鏡で觀察しても毛茸は短小で数が非常に少ない。これに対し棲息数の少ない赤クロバーは葉の裏面に甚だ太く且つ長い棘状様の毛茸が多数みられる。このように毛茸数が多く且つ長い毛茸の形状を有する植物においては幼虫の運動が阻碍されるのではなかろ

うかと推察される。又植生の状態によつて幼虫の行動が異なるのは主として植物の形態によるものと思料される。即ちクマイザサやススキのように細長く直立している形態の植物群落の場合にはこれらの植物の茎葉まで上昇出来ずに，下草を利用して横に移動する。この場合牧草類殊にオーチャードグラスの如きものは特に横の移動に適している。LEES & MILNE (1951) はこの移動に関し，マダニの運動は上昇及び下降運動が基本的なものであつて，横の運動は植物の茎葉の絡み合いによつて移動すると指摘している。

幼虫の横の移動距離は孵化場所を中心として60 cm位までの処にあつて，それ以上の距離に及ぶ場合は行動に適する植物がある場合に限られているようである。従つて幼虫は産卵場所を中心として集団的に棲息していると考えられる。このことについてマダニの発生が甚だしい江差郡上ノ国村村有牧野において調査した際（1953年6月），幼虫が調査者或いは放牧家畜に非常に多く附着する箇所のあることを認めた。その箇所は放牧家畜が水を飲むために都合のよい小川の附近で，植生は概して不良であり稍々湿気を帯びた場所であつた。これは産卵場所として好適な処であるために殊にこのような現象がみられたものと推察される。幼虫が行動を行い易い植物を選んだり，茎葉の先端に集結したり，調査者が手を近づけることだけで寄生行動を開始したりするのは，感覚器として第1歩脚跗節にハーラー氏器官を有するので，或る程度の知覚行動を有するものと思われる。

以上の調査結果から幼虫は次のような経過で植物から寄主に移動するもののように考えられる。即ち (1) 寄主に遭遇出来得る有利な場所として，毛茸が少なく活動が容易に行われる植物の茎葉の先端に集結する。(2) 宿主の近づきとその方向を事前に知覚し活動を開始する。(3) 宿主が通過する際速かに宿主体に寄生移動する。

本調査は孵化直後の幼虫（吸血前）最盛期と思われる8月～10月の初旬に行つたもので，植物上における幼虫の行動は季節によつて当然変化があると思われるが，この点については目下調査中である。

摘　　要

日中におけるマダニ（*Haemaphysalis bispinosa* NEUMANN）幼虫の行動について室内並びに自然牧草地と野草地の植物上において調査した。その結果を要約すると次の如くである。

1) 孵化後4日以上経過した幼虫は活動を開始し，器物や植物に上昇する性質を認める。その上昇距離は30cm内外で，この程度までの高さを有する器物や植物にあつてはその先端に集結する。集結の仕方は幼虫の密集度と外界の温度によつて異なる。

2) 植物上における集結の場所は植物の種類によつて異なるが，比較的直立し，葉の細い且つ毛茸の少ない茎葉の先端であつて直射光線の当らない場所である。

3) 孵化後幼虫の横の移動は主として植物茎葉の絡み合いによつてなされるが，移動距離は孵化場所を中心として60～100cm位であつて，上記の如き植物に対して棲息場所を選択する傾向がみられる。

4) 日中における幼虫の行動は主として移動であつて，朝夕は植物の茎葉に集結している割合が多いが，日中温度の上昇と共に離散し歩行移動している数を多く認めた。

参 考 文 献

1) ARTHUR, D. R., 1951: The bionomics of *Ixodes hexagonus* LEACH in Britain. Parasitology, Vol. 41, Nos. ½, 82～90.

2) ARTHUR, D. R. 1951 : The capitulum and feeding mechanism of *Ixodes hexagonus* LEACH. Parasitology, Vol. 41, Nos. ½, 66～81.

3) CARRICK, R. & W. S. BULLOUGH, 1940 : The feeding of tick, *Ixodes ricinus* L., in relation to the reproductive condition of the host. Parasitology, Vol. 32, No. 3, 313～317.

4) EDWARDS, E. E. & D. R. ARTHUR, 1947 : The seasonal activity of the tick, *Ixcaes ricinus* L., in Wales. Parasitology, Vol. 38, Nos. ½, 72～87.

5) FELDMAN-MUHSAM, B., 1951 : On the longevity of fasting ticks, *Hyalomma savignyi* GERV. Parasitology, Vol. 41, Nos. ½, 63～65.

6) 本城市次郎, 1952 : 動物の感覚. 岩波全書, 163, 75.

7) LERS, A. D., 1950 : The role of cuticle growth in the feeding process of ticks. Proc. Zool. Soc., Lond., Vol. 121, 759～763.

8) LEES, A. D. & A. MILNE, 1951 : The soasonal and diurnal activties of individual sheep ticks (*Ixodes ricinus* L.). Parasitology, Vol. 41, Nos. ¾, 189～208.

9) MAC LEOD, J., 1932 : The bionomics of *Ixodes ricinus* L. the "sheep tick" of Scotland. Parasitology, Vol. 24, 382～400.

10) MILNE, A., 1949 : The ecology of the sheep tick, *Ixodes ricinus* host relationships of the tick. Part 1. Reiew of previous work in Britain. Part 2. Observations on hill and moorland grasings in Northern England. Parasitology, Vol. 39, Nos. ¾, 173～198.

11) MILNE, A., 1949 : The ecology of the sheep tick, *Ixodes ricinus* L. Microhabitate economy of thc adult tick. Parasitology, Vol. 40, Nos. ¾, 14～28.

12) 中村哲哉・矢島朝彦, 1942 : フタトゲチマダニ (*Haemaphysalis bispinosa* NEUMANN) の生活史について. 獣疫調査所報告, 第19号 21～33.

13) 難波直樹, 1952 : 牧野におけるマダニの胚子発育に及ぼす温湿度の影響. 北海道農試彙報, 第64号, 130～135.

14) SMITH, C. N., M. M. COLE, & H. K. GOUCK, 1946 : Biology and control of American dog tick. (*Dermacentor variabilis* SAY). U. S. Dep. Agc., Tech. Bull. No. 905, 1～38.

Résumé

Research was carried out on the diurnal behaviour of tick larvae (*Haemaphysalis beispinosa* NEUMANN) in a grassland and a natural pasture. The results are summerized as follws :

1) Larvae, 4 days developed or more after hatching, began climbing move ment upward against a utensil or a plant. Movement had seen over about 30 cm upward from the ground. The larvae aggregated at the tip of the utensil or plant, but the character of the aggregation varied with the number of larvae and the atmospheric temperature.

2) Various situations were chosen on the plants for the aggregations according to the kind of plants, but generally they were situated at the tip of a leaf or a stalk of an erect plant that had few hairs and slender leaves, they avoided the direct rays of the sun.

3) The sidling movement of hatched larvae was caused mainly by the twining of the plants in about 60～100 cm distance from the hatched place. Larvae had a tendency to choose the inhabitable place on the plants as above mentioned.

4) The diurnal behaviour of larvae was mostly movement. Aggregated larvae were found in great numbers in the morning and the evening, but they were dispersed in accordance with the rising of the atmospheric temperature and there could be seen many moving larvae during the day time.

水稲の鼠害と水田に於けるドブネズミの生態

武笠耕三* 芳賀良一**

RAT DAMAGE ON THE RICE PLANT AND ECOLOGICAL STUDIES OF WILD BROWN RATS IN THE RICE-FIELD

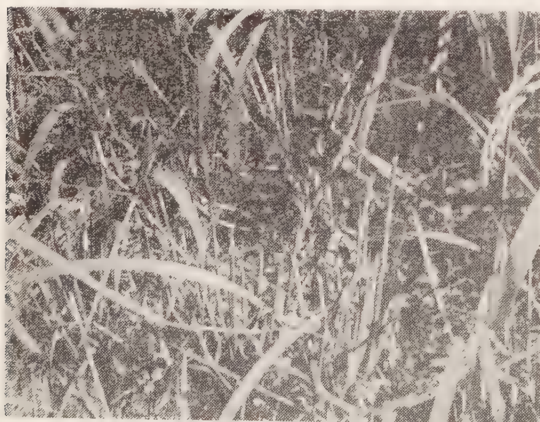
By Kôzô Mukasa and Ryôichi Haga

I. 緒　言

近年農地に於ける鼠害について屢々論議され，その生態学的研究が強く要望されるに至つたが，太田・上田（1949）及び犬飼・芳賀・森（1952）の報告以外にみるべきものがない。筆者等は北海道農業試験場水田（琴似町）及び北海道立農業試験場種芸部水田の鼠害調査をすゝめ，水田に於ける水稲の被害とネズミの生態について興味ある結果を得たのでこゝにその概略を報告する。

II. 被害状況

水田の鼠害状態については，犬飼・芳賀・森（1952）の報告するように結実した水稲が地上15～25cmのところで咬み切られ，被害の著しかつ



第1図　鼠害をうけた水稲

Fig. 1 Rice plant damaged by rats.

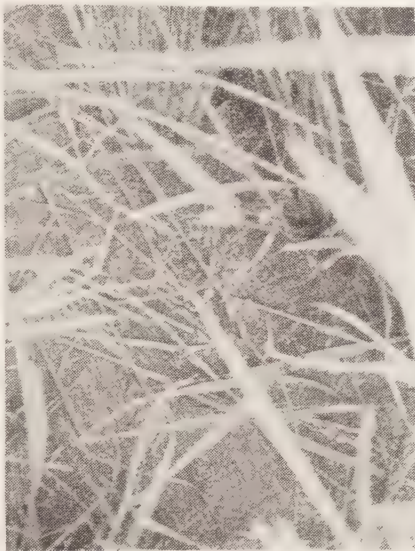
* 病理昆虫部有害動物研究室

** 北海道大学農学部博物館

た早生種では殆んどバリカンで刈取つた如く食害されていた。ネズミはその落穂の籾を嗜食したことは疑いもないが，このような水稲の食害形態は，ドブネズミ特有の加害形態であることを確認することが出来る（第1図）。また鼠害の軽微なところでは，稲株の分蘖茎が2，3本咬み切られているだけで，被害としてはあまり目立たない。

被害面積は北海道農業試験場水田（以下琴似と称す）では全面積約2町歩中，およそ4反歩で，川沿いの2.5反歩に最も著しい被害があつた。また北海道立農業試験場種芸部水田（以下札幌試験地と称す）では全面積1.8町歩中，川沿いの8反歩が特に著しい食害をうけていた。鼠害の発生は両地とも8月25日頃からで，何れも早生種の水稲のみが鼠害をうけた。中・晩生種は9月中旬頃まで食害をうけず，品種による被害差が極めて明瞭に認められる。同じ早生種であつても，より早く結実した極早生種は最も被害が著しく，また中・晩生種でも結実の早かつたものは9月初旬から食害をうけた。しかし極早生種でも出穂期以前には全く鼠害が認められず，ネズミは水稲の結実を待つて加害し始めたことが明白である。被害の最盛期は中生種が結実し始めた9月10日前後で，その後被害は漸次減少したが収獲期まで引きつゞいて認められた。しかし中・晩生種結実後の鼠害は，早生種にみられた集中的被害ではなく，極めて分散的であるため被害を集計することは困難である。筆者等は早生種の集中的被害と，8月中旬に於けるネズミの生理的要求との間に何等かの関係があるように考えているが，現段階に於ては明白な結論は見出し得えない。

ネズミに咬み切られた落穂は，多くの場合中間を更に二分若しくは三分され，或は穂首を咬み切られてその籾を食べられている。しかしネズミは籾の未熟な胚乳を食しているが，籾殻は食することなく地上に落している（第2図）。したがつて被害を知ることはそれ程困難ではなく，また他の鳥獣類による被害とは容易に区別することが出来る。水田に於ける加害部位は新十津川村（犬飼•芳賀•森，1952）では主として畦沿いの数列が最も甚だしく加害され，水田中央部はあまり食害をうけていなかつた。しかし今回の調査に於ては畦沿いよりも中央部程著しく加害されていた。



第2図　食害された稲穂
Fig. 2 Ears of rice plant damaged by rats.

ドブネズミの水稲食害についての観察によれば，ネズミは稲株の下に後肢をのばして立上り，左右の前肢が上下になるように水稲の茎をおさえ，前肢間を口で咬み切り，地上に落した穂の籾を食べるものである。したがつてネズミの体長よりも2～3cm上部が咬み切られるわけで，咬み切られた部位の高低によつてネズミの体長を知ることが出来，それ故被害地に於ける鼠群の構成状態を察知することも可能である。またネズミは稲株を足場として水稲の茎に登り，体重で茎が曲つた処をかみ切つて食害することも観察することが出来た。

Ⅲ. 水稲の品種による被害差

水稲の品種によつて被害の異ることは，結実期の相違にもとづくことが明白であるが，第1表は被害の最盛期に於ける各品種の結実状態と鼠害の関係を示すものである。尚各品種は，各水田に1～3列毎に交互に植えられている（成熟度の検定は農業試験場作物部 普通作物第1研究室長 星野達三技官によつた）。

第1表　水稲の品種と鼠害の関係
Table 1 Relation between varieties of the rice plant and rat damage.

区別	品種	成熟度（9月9日現在）	被害度	鼠害発生時期
A	北21交6	乳熟初期	無	
	晩生栄光	乳熟末期	無	
	巴錦	乳熟期	無	
	農林20号	黄熟初期	甚	8月25日
	石狩白毛	乳熟～糊熟初期	少	9月 5日
	栄光	乳熟期	無	
B	農林11号	糊熟～黄熟期	甚	8月25日
	瑞豊×農林11号	乳熟初期	無	
	瑞豊×農林20号	開花末期	無	
	瑞豊		無	
	農林20号	糊熟期	中	8月28日

第1表から早生種の「水稲農林11号」，「水稲農林20号」及び「石狩白毛」（中生種の早）が著しい食害をうけたことが明らかであるが，札幌試験地に於てはこの外「水稲農林9号」，「同15号」，「同28号」，「同34号」，「北海95号」，「同98号」，「同116号」，「同129号」，「同153号」，「上育163号」，「同184号」，「同185号」，「早生錦」，「曉」，「北斗」，「白雪」等に食害をみ，中でも結実のよかつた「水稲農林11号」，「同15号」，「同20号」，「北海116号」，「早生錦」等が最も著しく，凡そ80%が食害されていた。中生種の食害は比較的結実の良好であつた「富国」，「石狩白毛」等が9月上旬より，また「照錦」，「栄光」，「上育151号」，「同160号」，「同170号」，「坊主5号」等は9月中旬頃から鼠害をうけた。9月下旬～10月上旬の稲刈期には晩生種の「巴錦」及び「晩生栄光」が一部分食害をうけたが，他の晩生種は殆んど冷害のために不稔で，そのようなものは全く鼠害を受けなかつた。これ等各品種の乳熟期に達した時期は，一般に早生種では8月20日前後，中生種では8月30日前後，晩生種では9月6日前後で，何れも乳熟末期若しくは糊熟期に達してから加害された。中・晩生種が糊熟

期に達する頃には，早生種は完熟期に入つているが，ネズミは完熟したものよりも，むしろそれ以前の柔らかなものをより好む傾向が認められる。したがつて早生種の鼠害は完熟期に入つてからは殆んど認められないで，中・晩生種へと移行し，しかも被害が分散的に出現した。また同一品種であつても結実期に差があれば，第 2 表に示すように被害の発生は異る。

第 2 表　水稻の結実期と鼠害の関係

Table 2 Relation between the damages by brown rats and differed ripening period of the rice plant according to the varieties respectively.

移植苗齢	栄光		農林 20 号		新栄	
	乳熟期日	被害度	乳熟期日	被害度	乳熟期日	被害度
三葉期	28/Ⅷ	無	21/Ⅷ	小～中	28/Ⅷ	無
四葉期	28/Ⅷ	無	19/Ⅷ	中	28/Ⅷ	無
五葉期	30/Ⅷ	無	24/Ⅷ	無	7/Ⅸ	無
六葉期		無		無		無

註：熟度の検定は道立農業試驗場種芸部佐藤技師による。

上述の結果から水稻の鼠害は，全く結実期の相違によつて異なることが明らかで，各品種のもつ草丈の長短，莖の倒伏性或いは芒の有無，又は品質等に全く関係しないことが明白である。

Ⅳ. ネズミの種類

水稻の被害がドブネズミ (*Rattus norvegicus*) によつてなされることは，犬飼・芳賀・森 (1952) によつて報告されているが，今回の両地に於ける鼠害もまたドブネズミによる食害であることが認められた。即ち第 3 表に示した捕獲鼠中 (189 頭)，札幌試験地に於て捕殺した105頭及び琴似に於て捕殺した15頭の胃中には，明らかに胚乳が充滿しており，最大のものでは 16 g，平均 10 g 程度の攝食量を認めた。札幌試験地に於ては第 1 期 (9 月 12 日～19 日) の 7 日目にエゾヤチネズミ (*Clethrionomys rufocanus bedfordiae*) を，また第 2 期 (10月7日～13日) の4日目にアジアハツカネズミ (*Mus molossinus*) を夫々 1 頭水田内で捕獲したが，アジアハツカネズミの胃中には胚乳が充滿 (0.6g) し，本種もまた水稻を食害することが確認された。エゾヤチネズミの胃内容 (2.4g) には胚乳は全く認められず，赤クローバー及びオーチヤードグラスが充滿し，又或る種の鞘翅目昆虫の破片も僅かに認められた。したがつてエゾヤチネズミは水稻を食害することはないと思われ，それにはドブネズミとエゾヤチネズミ或はアジアハツカネズミの生活形の違いと，種間競争が大きな障害をなしていると考えられる。それ故エゾヤチネズミもアジアハツカネズミも，何れも捕殺作業によつてドブネズミの棲息密度が低下した時に水田に侵入したものと考えられ，水稻鼠害の直接対照とはならないと推察する。

第 3 表　捕　鼠　成　績

Table 3 Number of captured rats.

地区	性	第 1 期			第 2 期			合計
		成	幼	計	成	幼	計	
琴似	♂	8	11	19	14	3	17	36
	♀	8	18	26	9	13	22	48
札幌南	♂	15	13	28	12	5	17	45
	♀	13	6	19	2	10	12	31
札幌北	♂	3	2	5	4	2	6	11
	♀	2	5	7	6	5	11	18
合計		49	55	104	47	38	85	189

註：雄は110g以上を，雌は120g以上を成体とした。

Ⅴ. ドブネズミの棲息数

ネズミの Population 算定には，棲息証拠の調査，皆殺法，罠の捕鼠率及び記号放逐法等が知られているが (田中, 1952)，近年に至り D. E. Davis 一派の多数の業績によつて，ドブネズミ類の Population に関する研究は一段と発展した。筆者等は水稻鼠害地を調査し，ネズミの新しい坑道開孔，足跡，通路，咬痕や糞等の分布状態より，被害地をとりまく灌漑水路や排水溝或いは畦等に多数のネズミが棲息していることを知つた。Emlen, Stokes & Davis (1949) はこれらの棲息証拠の発見頻度から算出したネズミの棲息指数にもとづいて，ネズミの棲息個体数を求めることが出来ると云つている。そのようなことは長年の経験にもとづくものであるが，Emlen 等は他の

方法によつて算定したPopulationに比して，決して過小評価することがないため，より有効な方法であると云われている。筆者等もまたわが国の農地に於けるネズミの棲息数が，棲息証拠の発見頻度に比例すると推察するが，未だ確実な資料を有していない。被害地に於けるドブネズミの棲息数の算定は，主として記号放逐法及び捕鼠率によつて行つた。

1. 記號放逐法による棲息數の算定

琴似水田2.5反歩を中心に第3図に示すように15m間隔の格子型に各ポイント(以下Pと略す)を設け，そのP毎に一個の金網製捕鼠器（市販）を設置した。餌としては市販の油カマボコ，生甘藷，小麥粉団子（魚粉入）等を使用し，何れも好結果を得た。捕獲したネズミは前肢及び後肢の指を切つて個別記号を附し，即日捕獲Pで放逐した(DICE, 1939)。記号鼠の捕鼠確率による棲息数の算定はJACKSON（1939）の理論に従つた。即ち既知の個体数（n_1）の記号放逐鼠が含まれているネズミの母集団（N）から，at random に鼠を捕獲するならば，その中（二次捕獲鼠：r）には記号を附した鼠（再捕獲鼠：k）が，$\frac{n_1}{N}$ の確率で出現すると考えられる。従つて田中（1951，1953）の云う入罠傾向に変化がないとするならば，未知であつたネズミ母集団の推定値（$\hat{n}$）は次の式で表わされる。

$$\hat{n} \approx n_1 \cdot r/k$$

第4表　琴似に於けるドブネズミ棲息数の算定

Table 4　Calculated population of rats (Kotoni).

捕獲期	一次捕鼠数	記号放逐数	二次捕鼠数	再捕鼠数	1町歩当り推定数
第1期	22	16	20	5	280
第2期	27	26	11	4	288

第4表は第1期及び第2期に於ける，記号放逐法によるドブネズミの捕獲数を示すが，被害地2.5反歩には第1期に16･20/5＋(22－16)＝70頭のドブネズミが棲息していたと算定される。同様に第2期には72頭が算定され，両期とも1町歩当り280頭内外のドブネズミが棲息していたと推定される。尙推定式の適否については種々議論されているが，該式が過小評価する危険性が少ないため，殺鼠対策の上に於て有用なものであると思われる。

2. 罠の捕鼠數による棲息數の算定

札幌試験地の被害の著しかつた南面約8反歩に15m間隔に70Pを設け，各Pに1個のパチンコ式捕鼠器を設置し，9月12日より8日間に47頭のドブネズミと(第3表参照)，エゾヤチネズミ1頭を捕殺した。エゾヤチネズミは上述のように水稲の加害種とは認められないので，ドブネズミのみについてその内訳をみると第5表に示す通りである。

第5表　パチンコ式捕鼠器による捕鼠成績（札幌）

Table 5　Number of captured rats by snap traps (Sapporo).

日	1	2	3	4	5	6	7	8	計
♂	11	6	3	2	1	1	3	1	28
♀	9	6	0	0	1	3	0	0	19
計	20	12	3	2	2	4	3	1	47

罠の捕鼠率から棲息数を算定することは，EMLEN, STOKES & DAVIS (1949) によつて論議されたが，ドブネズミは罠や毒餌に対する反応に個体差を有し (CHITTY & SHORTEN, 1946)，遭遇罠数に比例して捕獲されないことが明らかである。田中（1951，1952）は個体差の含まれる捕鼠率よりも，罠数と捕鼠数から棲息数を算定することを提案した。今，田中（1951）に従つて札幌試験地の南面水田のドブネズミ全棲息数（P）を求めると次の通りである。

即ち各個体がその行動区域内にある罠に夫々1回宛遭遇すると考えて，罠掛面積S，鼠の行動区域の平均の大きさa，罠数Nを用いると，各個体が罠に遭遇する頻度総数Fは $N\frac{a}{S}\times P$ で示される。Fに対する捕鼠罠数の割合を捕鼠確率とし，第1日，第2日の捕鼠確率を夫々 P_1 及び P_2 とすれば

第1日の成績では $70P\times\frac{a}{S}P_1=20$ ……………(1)

第2日の成績では $70(P-20)\times\frac{a}{S}P_2=12$ …(2)

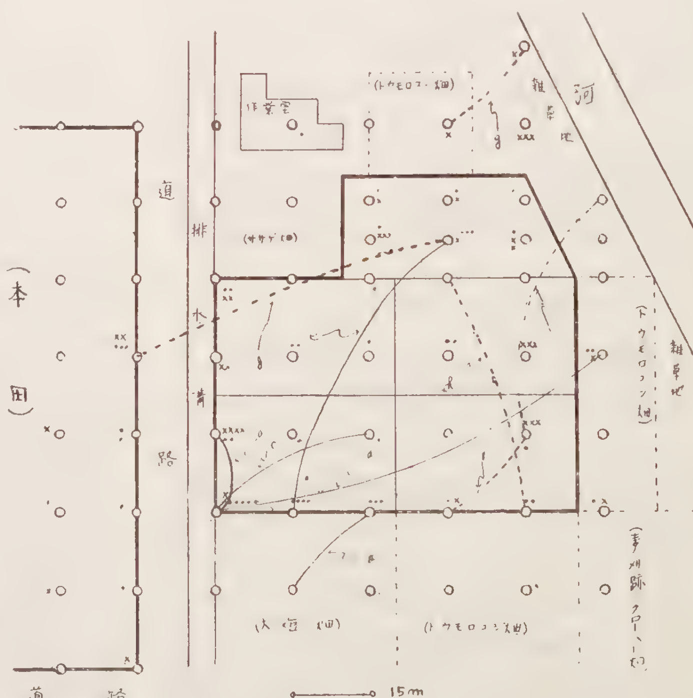
第2日の場合は第1日の罠掛によつて20頭駆除され

たため，棲息数は P＝20である。ここに $\frac{a}{S}P_1=P_1'$，$\frac{a}{S}P_2=P_2'$ とおいて，第1日の罠掛条件と第2日のそれが全く等しければ $P_1'=P_2'$ であるが，実際には諸条件の変化によつて，多分 $P_1>P_2$ であるから，$\frac{P_2}{P_1}=\alpha$ とすると，(1)及び(2)式より $P_1'=0.1428-0.0857\frac{1}{\alpha}$ を，また(1)式より $P=2/7P_1'$ をうる。該地に於ける全捕鼠数は第5表に示すように47頭であるから P＞47であり，それに対応して P_1' の限界を求めると $0.006>P_1'>0$ となる。従つて α の限界は $0.62>\alpha>0.60$ である。今，α の値として仮に両限界値の平均をとると $\alpha=0.61$，これに応じて $P_1'=0.0023$，従つて P＝126 が得られる。それ故1町歩当りの棲息数は158頭と推定される。

以上の棲息数算定結果から被害期には琴似では1町歩当り280頭が，また札幌試験地では160頭のドブネズミが棲息していると算定される。これは両地の被害度からみて最も適切な推定値であると思われる。後述するように極めて移動性に富み，広い行動力をもつドブネズミが，被害地に於て少なくとも160頭以上も棲息していたことは明らかに過剰密度であると思われる。したがつて棲息数の増大によつて食餌要求量が増し，被害発生の直接動機となつたことは疑いがない。木下・上田等（1952）によれば造林地に於けるエゾヤチネズミの被害地は，1町歩に80頭以上の棲息数を有するところであることが明らかで，80頭以下では被害が極めて軽微である。筆者等は水稲の出穂期に於けるドブネズミの棲息数が，水田の鼠害発生との間に密接な関係のあることを認め，水田の鼠害発生を予察することは可能であると考えて，水田に於けるドブネズミの増減機構について研究を進めている。

VI. ネズミの行動力

一般に野鼠に知られている行動範囲（Home range）は，ドブネズミに於ては行動の全域ではなく行動の距離によつて表わされている。DAVIS, EMLEN & STOKES（1948）によれば Baltimore 市街及び農場に於けるドブネズミの行動距離は，再捕獲個体の70～80％が40 feet 以内で，殆んど 150 feet を越えないことを認めている。また田中・川島（1951）によつても平均距離は20mで40m以下であると云われている。しかしドブネズミが非常に長距離にわたつて移動することとは，犬飼（1939）等をはじめ多くの報告があるが，これらは Home range としての行動距離とは認められない。このような強い移動力を有するドブネズミが，人家と全く無関係な野外，特に農地に於てどの程度の地域を行動するかについての報告は殆んど見当らない。ドブネズミは野外に於ても川或いは排水溝等を利用して棲息する場合が多いため，やはりそれらに沿つて頻繁に活動し（行動距離），溝等をこえて或る距離（巾）以上遠



・第1期捕獲個体 ——第1期の行動距離
×第2期捕獲個体 ……第2期の行動距離

第3図 水田に於けるドブネズミの行動範囲

Fig. 3 Recaptures of rats (Kotoni) (see Table 6).

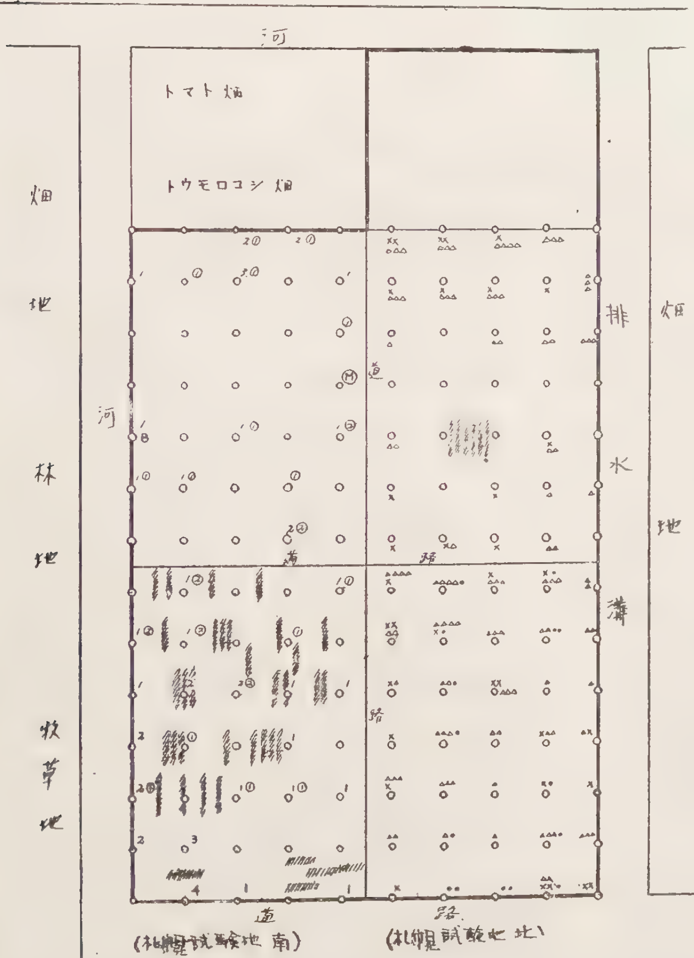
くに索餌することは稀である。それ故野外に於けるドブネズミの行動範囲（Home range）は，ドブネズミの行動の距離と巾とによつて決定され行動力として表現する事が適切であると考える。

前項1の記号放逐法に基づく結果から，各Pに於ける再捕獲個体の行動は第3図に示す通りである。図中の a, b, c, d, e, の各個体は第1期に於ける再捕獲個体であり，f, g, h, i, j, の各個体は第2期に於ける再捕獲個体である。また h は第1期の記号鼠が第2期に再捕獲されたものである。第6表は再捕獲個体の性及び体重別の行動力を示す。

表中の行動の巾はネズミの通路としての排水溝或いは灌漑溝等（ネズミは一定の狭い道を通つて行動する，Davis, Emlen & Stokes, 1948），からのへだたりを示すもので，したがつてそれらの通路からわきにそれて行動する場合の限度を示すものである。それ故野外に於けるドブネズミの Home range は，行動距離×巾＝面積として求め得るが，その適否については今後の資料によつて決定したい。

第6表　水田に於けるドブネズミの行動力
Table 6　Travelling distance and width of the rats (Kotoni).

No.	性	体重 (g)	距離 (m)	巾 (m)	備　考
a	♂	130	15	15	(第1期)
b	♂	140	20	15	
c	♀	160	35	15	妊娠
d	♀	155	70	30	妊娠
e	♂	40	85	30	
f	♀	70	20	15	(第2期)
g	♀	72	20	15	第1期記号の再捕獲
h	♀	90	50	30	
i	♀	138	60	15	
j	♀	137	70	30	
平　均			45	21	



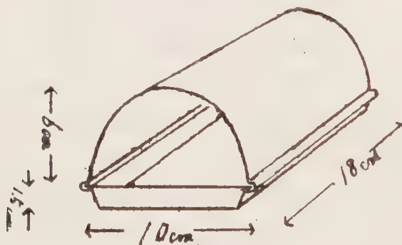
数字は第1期捕殺数，㊙は第2期捕殺数，△は無毒ケーキ，×は毒ケーキの摂食点，・は第2期捕殺数，////// は水稲の被害箇所，Bはエゾヤチネズミ，Ⓜはアジアハツカネズミ

第4図　水田(札幌)に於けるドブネズミの捕獲点とケーキの摂食点
Fig. 4　Point of rats captured and of cakes eaten (Sapporo).

被害地水田に於けるドブネズミの行動距離は，第3図及び第6表から最小は1P間の15m，最大は85mで平均45mであることが認められる。また行動の巾は15m～30mで平均21mであると思われる。Ursin（1952）は川沿いから平均25～30mほど森林内に活動することを報告し，太田（未発表）もまた牧草地（札幌競馬場）に於ける野鼠の生態研究から，排水溝より平均20mのところまで行動することを確認している。Davis, Emlen & Stokes（1948）は成体の雄が雌よりも行動距離の大であることを認めているが，第6表に示した10頭の結果からはどちらが大であ

るかは確言出来ない。これらのことから野外に棲息するドブネズミは，排水溝或いは川沿いに平均45m以上を活動し，それらの川沿いからは平均21mほど離れた所まで行動することが明らかとなつた。

第3図及び第4図からネズミは水田の全域から捕獲され，必ずしも被害個所で多く捕獲されたということはない。しかしながら水田の中心部よりも排水溝，川或いは道路の両側にある灌漑溝等に接した外縁部で多く捕獲された傾向が認められる。したがつてネズミはそれらを通路として或いは棲息地として水田に侵入していることがうかがわれる。第3図に於けるj個体は排水溝（深さ1.5m，巾1m）をこえて本田に侵入しているが，第1期の記号鼠は本田からは全然捕獲されなかつたので，被害地のドブネズミは排水溝のために本田に侵入し得ないものと考えられた。しかし第2期に於て稲刈が始まると，未だ始まつていない隣接した本田で記号鼠が捕獲され，排水溝は移動の妨げにはならないことが明らかとなつた。またドブネズミは稲刈跡地からは1頭も捕獲されなかつたことからも，食物を追つて絶えず小移動（索餌移動）を試みることが推察される。それ故1～2度の捕殺作業によつて，ドブネズミの被害を防除することは不可能であると思われる。事実第3表に示す如く琴似に於ては第1期に45頭を捕獲し，その中再捕獲した20頭は室内実験に使用したため，第1期の終りには70－20＝50頭しか棲息していないことになつている。しかしおよそ1ケ月後の第2期の



第5図　毒餌器
Fig. 5　Poisoned bait box.

棲息推定数は72頭であり，直ちに元の棲息数に恢復したことが認められる。後述する如く僅か1ケ月に20頭も蕃殖したとは考えられず，したがつて他より移動して来たとみなすことが出来る。札幌試験地に於ても同様な結果が認められ，食物を求めてドブネズミは相当に移動することがうかがわれる。しかし食物の豊富な処には定着し，その許容限度は琴似の被害地では70頭前後であることが確認されている。したがつてこゝに云う行動力とは，定着したドブネズミの行動の距離と巾を示すことは論をまたない。

Ⅶ. 毒餌配置とその効果

札幌試験地の北面およそ1町歩のうち，約8反歩に15m間隔に70Pを設け，各Pに夫々1ケ宛のトタン製餌器（第5図）をおき，無毒ケーキ或いは毒ケーキを入れてその摂食をみた。一般にネズミは未知のものに対しては著しく警戒し（Chitty, 1937），既知のものに対しては摂食の経験によつてその量が漸次増加し，4～5日目に殆んど一定量に達する事が知られている（宇田川, 1953）。また毒餌の配置はバラ撒きよりも容器に入れて，若干の間隔に設置する方がより有効であることが認められている（木下・上田・犬飼, 1952）。それ故無毒ケーキによる摂食試験を4日間，その後に同形同大の毒ケーキと交換して更に4日間継続した。

無毒ケーキ及び毒ケーキは小麦粉を主剤とし，少量の糠及び糖蜜，砂糖を混じて加熱乾燥したもので，1ケの重量はおよそ0.4gである。毒剤としてはモノフルオール醋酸ナトリウム製剤であるフラトールを使用した。佐々・鈴木（1952）によればドブネズミの該毒剤に対する致死量（LD50）は，体重1kg当り4mgである故，ケーキ1個に1mg含有するように製造した（無毒及び毒ケーキの製造は，北海道野鼠防除協会酪属工場に於て試験実施者の監督のもとに製造した）。無毒ケーキは各毒餌器に夫々50粒，毒ケーキは夫々30粒を入れて毎日食われた数だけ補給し，その摂食傾向をみた。その結果は第7表及び第8表に示す通りである。表中の摂食P数は摂食された粒数に関係なくネズミに食べられていたPの数を示し，摂食P数を全P数70で除してその率を表わした。摂食粒数は各Pに於て摂食された数量の合計を示し，それを摂食P数で除して，摂食したP当りの平均摂食粒数を表わした。第7表及び第8表によれば無毒ケーキの摂食P率（摂食P数/全P数）が，第1日よりも

第7表 各ポイントに於けるケーキの攝食粒数

Table 7 Number of cakes eaten by rats in seventy points respectively.

P No.	無毒ケーキ				毒ケーキ			
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	—	—	—	—	1	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	1	3	1	—	—	—
5	—	—	—	—	—	1	2	—
6	—	2	4	1	—	—	—	—
7	—	2	3	1	—	—	—	—
8	—	—	2	—	—	—	—	—
9	—	—	—	1	—	—	—	—
10	—	3	1	—	—	—	—	—
11	1	2	—	2	2	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—
13	2	2	1	—	—	—	—	—
14	—	—	1	—	—	—	1	—
15	—	—	—	—	—	—	3	—
16	—	2	—	—	—	6	—	—
17	1	2	—	—	—	2	—	—
18	1	—	1	—	—	—	—	—
19	1	4	1	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	1	—	—	—
21	—	—	—	1	—	1	—	—
22	7	1	—	—	—	—	—	—
23	—	1	3	5	1	—	—	1
24	—	—	1	—	—	—	—	—
25	—	—	3	—	—	—	—	—
26	1	—	—	1	—	—	—	—
27	—	7	2	—	—	—	—	—
28	—	2	5	3	—	—	—	—
29	15	9	13	4	1	—	—	—
30	14	4	—	—	2	—	—	—
31	2	17	22	14	4	—	—	—
32	5	3	3	5	—	—	—	—
33	—	2	5	2	4	—	—	—
34	—	10	25	20	9	—	—	—
35	—	—	2	1	—	—	—	—
36	—	—	—	—	—	—	—	—
37	—	—	1	2	—	—	—	—
38	—	—	—	—	—	3	—	—
39	—	—	—	1	—	2	—	—
40	—	—	—	—	—	1	—	—
41	—	—	—	—	—	—	—	—
42	—	—	—	—	—	—	—	—
43	—	—	—	—	—	—	—	—
44	—	—	—	1	—	—	—	—
45	—	—	3	—	—	—	—	—
46	—	—	—	—	—	—	—	—
47	—	—	1	1	—	—	7	—
48	—	—	—	—	—	—	—	—
49	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	1	—	2	—	—	—	—
51	—	—	—	—	—	—	—	—
52	—	—	—	—	—	—	—	—
53	—	—	—	—	—	—	—	—
54	—	—	—	—	—	—	—	—
55	—	—	—	—	—	—	—	—
56	5	1	—	1	—	—	—	—
57	1	—	—	3	—	—	—	—
58	—	—	1	1	—	—	—	—
59	—	—	—	—	—	—	—	—
60	—	—	—	4	—	—	—	—
61	4	10	—	3	7	—	—	—
62	—	4	6	1	—	1	—	—
63	4	11	15	—	8	—	—	—
64	—	—	—	—	4	—	—	—
65	3	—	1	1	—	—	—	—
66	—	—	—	—	—	—	—	—
67	—	2	4	2	—	—	—	—
68	1	10	6	2	—	—	—	—
69	9	11	2	—	2	1	—	—
70	6	2	5	—	11	1	—	—

第8表 攝食されたケーキ数とポイント数及びその率

Table 8 Number of cakes and points eaten by rats and their percentages, respectively.

ケーキ	日	攝食P数	攝食P数/全P数	攝食粒数	攝食粒数/攝食P数
無毒	1	19	27.1	83	4.4
	2	27	38.5	127	4.7
	3	31	44.2	144	4.6
	4	29	41.4	87	3.0
有毒	5	15	21.4	58	2.6
	6	10	14.2	19	1.9
	7	4	5.7	13	3.2
	8	1	1.4	1	1.0

第 9 表　ケーキの攝食粒数によつて分けたポイント数

Table 9　Relation between number of cakes eaten and their respective points.

	日 ＼ 粒数	1～2	3～4	5～6	7～8	9～10	11～12	13～14	15～16	17～18	19～20	21～22	23～24	25以上
無毒ケーキ	1	9	3	3	1	1	0	1	1	—	—	—	—	—
	2	14	5	0	1	4	2	0	0	1	—	—	—	—
	3	15	7	5	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
	4	19	6	2	0	0	0	1	0	0	1	—	—	—
毒ケーキ	5	8	3	0	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—
	6	8	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	7	2	1	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	8	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

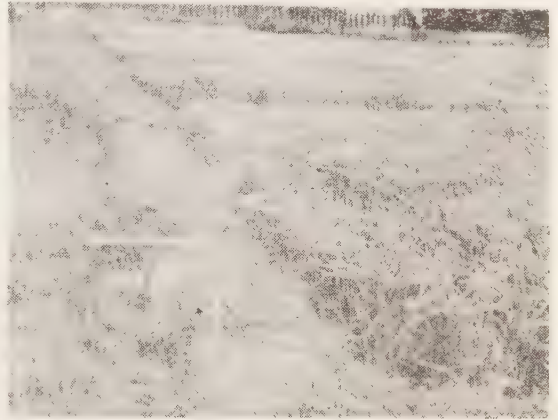
第2，第3日が高く，第 3 日或いは第 4 日には一応 Constant になつたと認められる。これは CHITTY & SHORTEN（1946）の云う或る種の異常警戒個体を除いた他の全ての棲息鼠が，各Pに於て夫々攝食した結果であろうと推察する。表によれば或るPに於ける攝食粒数は 4 日間殆んど大きな変化がなく，例えば P. No. 6，7，11，13，23，28，29，31，32，33，34，62，63，67，68，69，70等にそのような傾向が認められる。一般にネズミの 1 日当りの 攝食量は体重に比例するものであるから，攝食粒数も当然体重によつて左右される。したがつて各Pに於ける攝食粒数が， 4 日間夫々殆んど大きな変化をしないで一定であつたことは，また第 8 表の攝食粒数/攝食P数が殆んど相似て，夫々4.4，4.6，4.7，3.0であることは，ネズミが毎日同じPで夫々ケーキを攝食したことを意味すると考えられる。またもし 1 頭のネズミが 1 P以上或いは1Pを 2 頭以上で攝食したとするならば1P当りの攝食粒数に，当然変動が認められるはずである。第 7 表を更に粒単位の攝食粒数に分けて，夫々に対応するP数を求めると第 9 表の通りである。即ち1～2粒を攝食されたPが最も多く， 7 粒以上のPは極めて少ない。したがつて 1 ～ 6 粒の平均値 3 粒を， 1 頭のネズミの攝食粒数とみることが出来ると考える。第 8 表の 1 P当りの攝食粒数はおよそ 4 粒と算定されたが，これはP No. 29, 31, 34, 63, 69等にみられる異常数量が入つているためで， 3 粒が最も適切な数量であると考える。毒ケーキの場合にも同様な理由から平均 2 粒を 1 頭のネズミのP当り攝食粒数と算定することが出来る。これは食物が特定の場所にある市街地とは全く異り，ネズミの活動地帯が全て採食可能な水稲であるということが，ネズミの行動を自由にし，しかも水田という人工的均一環境に棲息する結果であると思われる。

毒ケーキは無毒ケーキの攝食量が Constant になつた時に交換したのであるが，第7表及び第8表に示すように攝食P数 / 全P数は，毒ケーキの方がはるかに悪かつた。しかしその率は順次急激に低下し，毒餌によつてネズミの棲息個体数が，それに対応して減少したためと認められた。したがつて毒餌効果の著しかつたこと，ネズミが遭遇毒餌P数に比例して減少していつたことが明白である。若し上述のように 1 頭のネズミの攝食粒数を無毒ケーキは3粒，毒ケーキは2粒としてネズミの棲息数を逆算すると，無毒の場合では 144/3＝48，毒ケーキでは58/2＋19/2＋13/2＋1＝45となり，札幌試験地北面水田には最小限48頭以上のネズミが棲息し，そのうち45頭内外のネズミを毒殺することが出来たと考える。事実該地の排水溝から第13表に示したように 1 2 頭の毒餌斃死体を拾つており，また水稲の鼠害を殆んど抑圧することが出来た。無毒ケーキ4日目の攝食P数と毒ケーキ第1日目とを比べると，後者の方が著しく劣つていることは，毒餌が無毒ケーキと同質同形同大である点から，毒剤そのものの影響があつたと考えられ，今後はより攝食P率の高い毒餌に改良すべきであると考える。

使用毒餌の殺鼠力検定のために，被害地で捕獲した鼠を実験室に持ち帰り，飼育籠に入れて1頭に毒ケーキ1個宛を与えたところ，供試個体8頭とも何れも6時間以内に完全に死亡した。増山（1944）によれば帰無仮説“$P=1/2$”が正しい場合，相互に独立にN例実験を行い，その中でK例陰性に現われる確率は $NC_K P^{N-K}(1-P)^K$。従つてK例以下の陰性例の現われる確率は $\sum_{r=0}^{K} NC_r P^{N-r}(1-P)^r$。この和が危険率 α (0.05) を超えなければ，α の危険率で帰無仮説は棄てられる。従つて5頭以上の供試個体（N）に生存個体（r）が1頭も出現しなかつたから，毒ケーキ1個で少くとも体重200g以下のドブネズミが死亡することは明らである。また毒餌の有益動物に対する影響をみるために，毒力検定実験で死亡した鼠3頭を，飼育中のトビ成体雄（*Milvus migrans lineatus*）に与えたところ，3頭を完全に摂食したが外見上には何の変化も認められなかつた。したがつてトビ（体重約1kg）はモノフルオール醋酸ナトリウム3 mgでは死亡しないと思われる。また試験地で得た3頭の毒餌死体を飼育中のエゾタヌキ成体雌（*Nyctereutes albus* BEARD）に与えたところ，15時間後に死亡した。与えた鼠の毒剤含有量が正確にはわからないが，先述のように2ケ宛を食べているとするならば，エゾタヌキ（体重6.5kg）は6mg以上の該毒剤で死亡したと思われる。その後該試験地附近の飼育動物を調査した処，カイネコとイヌがそれぞれ1頭死亡したことを確認した。このことからモノフルオール醋酸ナトリウムの毒餌或いはそれによつて死亡したネズミを，他の有益動物が摂食する危険性が極めて大であることがうかがわれる。

VIII. 鼠害の發生と防除對策

犬飼・芳賀・森（1952）は，水田の鼠害発生の原因は水田周囲の環境がネズミの棲息に好適であつたためであると報告しているが，今回の水田被害地及び無被害地の対照調査から，それを充分裏付けすることが出来た。被害地に於ては水田の灌漑溝，排水溝等の整備が悪く，それらの水路や畦等は雑草の生い茂るまゝで，ネズミの棲息に全く好適な環境であつた（第6図）。事実このような場所には多数の坑道開孔が認められ（第7図），昼間でも坑道に出入するものや，また水路を遊泳するものを散見することが出来た。これに反して水路が常に整備され絶えず畦草を刈つていた処では，ネズミの坑道開孔の数も少なく，被害も軽微であつた（第8図）。したがつて水田周囲の環境状件が鼠害を誘発せしめたことは明白である。また



第6図 被害地の灌漑溝
Fig. 6 Irrigation ditch of damaged rice-field.



第7図 ドブネズミの坑道開孔
Fig. 7 Opening of rat hole in the rice-field.

このようなことは造林地に於ける野鼠被害の発生に於ても知られ(井上, 1943; 犬飼, 1950, 1952)，また

DAVIS (1950, 1951) は Baltimore 市に於ける住家性ネズミの研究からネズミの棲息数は棲息地に於ける食餌と棲家の数量に直接比例することを認め，環境改善による許容力低下が，ネズミ個体間の競争を誘発せしめて，合理的なネズミ駆除を可能ならしめると報告している。



第8図　無被害地の灌漑溝

Fig. 8　Irrigation ditch in the non-damaged rice-field.

従来から鼠禍の起因は，気象的好条件に恵まれることの他に，他の特殊な食糧事情に恵まれること（例えばササの実の結実）等が直接的の原因とされてきたが（徳田, 1952)，鵜来島（田中・川島, 1951）及び戸島，日振（川田, 1952；徳田, 1952）に於けるドブネズミの大発生には特殊な要因が認められていない。たゞ両島とも環境がネズミの蕃殖増大に好適条件を備えていたことを等しく認めている。水稲鼠害地に於ける今回の調査に於ても特殊な原因は考えられず，鵜来島，日振，戸島の鼠害と共にその発生の真因は不明で，今後の生態学的研究課題の一つとして重要な問題であると思われる。

ネズミの個体群の増減については未だ充分解決されていないが，田中（1952）が多数の文献にもとづいて示唆ある知見を報告し，DAVIS & HALL (1951)は妊娠率，出産度数及び産仔数を基として大形鼠が蕃殖に大貢献をすることを認めている。また LEVIN, SILBERNAGEL & NICHOLS (1950) は Vitamine E 以外に内分泌像に影響して妊娠率，産仔数を増し，産仔の発育を早める性質のあることを報告している。一方 CHRISTIAN (1950) によればネズミの大量死の原因が内分泌像と密接な関係のあることが知られている。したがつてこれらの要因や未知の要因が，自然環境の変化に応じてネズミに作用し，ネズミ個体群の増減の直接原因となつていると推察する。

水田に於ける鼠害の防除対策は，既述の如く灌漑溝，排水溝等の水路の整備及び水田周囲の雑草や畦草除去によつて，環境を常に清掃することが，鼠族の棲息を抑圧する第1条件であると云える。第2はドブネズミの棲息し易い川沿いや，湿地或いは大きな水路沿いの水田には中・晩生水稲を作付し，早生種はネズミの行動力からして最小50m以上離れた地点に作付することが，鼠害防止に重要な意義を有すると思われる。第3は捕鼠器及び毒餌による殺鼠措置を，少なくとも播種前後及び結実期前の2回以上行うことが必要である。更にまた天敵として，ヘビ，イタチ，フクロウ，タカ等を蕃殖せしめることも重要であることは論をまたない。以上の防除対策によつて先ずネズミの棲場所と食餌が制限され，採食のための行動は殺鼠措置或いは天然によつて減殺される結果となり，餌，棲場所，配偶者獲得のための個体間の競争を誘発せしめ，ネズミの棲息を抑圧することとなつて，鼠害を未然に防止することが出来ると考える。

IX. 考　　察

ドブネズミによる所謂鼠禍については世界の各地より報告されているが，わが国に於ける大発生の例は，徳田（1932）による千島エトロフ島のドブネズミ，渡辺（1936）の箱根に於ける野鼠の大発生と竹の開花，犬飼（1939）による樺太のドブネズミの大発生等が最も著名である。また最近に於ては四国鵜来島に於ける大発生（田中・川島, 1951），愛媛県戸島，日振島に於けるドブネズミの大発生（河田, 1952）等の報告があるが，太田・上田（1949）の北海道の新開地に於けるエゾアカネズミ（*Apodemus ainu ainn*）の小鼠禍は，犬飼（1942）の報告とともに農地に於ける鼠害として好例である。北海道に於ける農地の鼠害は，貯蔵穀物や野菜類或いは飼料等に常時認められているが，農地に於けるネズミの生態に関しては殆んど

知られていない。ドブネズミは元来住家性ネズミとして知られているが，野鼠として野外生活をすることも知られ（犬飼, 1939, 1943），また野外から家屋に侵入することも古くから明らかにされている。筆者等は積雪期の水田排水溝（北大第一農場）からドブネズミを捕獲し（29/Ⅲ，♂，125g），大豆畑跡（28/Ⅲ，♂，210g），雑林地（28/Ⅲ，♂，155g）等からも採集した。野外に於けるドブネズミは，冬期には積雪下の地表上に巣を作り，地表面或いは雪中に直径5cm内外の坑道を造つて行動する。



第9図　冬季に於けるドブネズミの坑道
Fig. 9 Rat hole in snow.



第10図　融雪期にみられたドブネズミの坑道
Fig. 10 Rat hole in melting season.

また雪上に出て行動することも稀ではない（第9, 10図，北大第一農場）。したがつてドブネズミの発生根源が全く野外にもあることが明白である。したがつて収獲後の農地の状態が鼠の棲息数を左右し，それが翌年の鼠害に影響することが推察される。

捕殺したドブネズミの胃内容の重量は，6～16gで平均10g以上の籾を食害していた。石戸（未発表）によればドブネズミには1日に2回以上採食週期の大きな山があることが認められている。したがつて1頭のネズミは平均20g以上の籾を摂食すると推察することが出来る。ドブネズミ1日の摂食重量は，体重及び穀物の種類によつて異るが，太田（未発表）によれば飼育中のドブネズミは1日平均20gの玄米を摂食することが知られており，これは筆者等の結果と相等しく，したがつてドブネズミ1頭1日の摂食量を20gとして，棲息数から被害地に於ける水稲の食害量を算定することも可能である。

農地特に水田に於ける有毒ケーキの使用は，ドブネズミの毒剤やケーキ基剤に対する嗜好研究の結果によつて決定すべき問題で，鼠害の発生予察或いは鼠個体群の増減機構の問題とともに，今後の重要な課題であると思われる。

本調査を行うにあたり，御指導を賜つた北大農学部犬飼哲夫教授，調査の機会を与えられた病理昆虫部長田中一郎技官，作物部星野達三技官及び道立農業試験場種芸部長桑原武司技師に深謝の意を表すると共に各種の助言を与えられた北海道大学農学部動物学教室員，農業試験場一戸稔技官，岡部四郎技官並びに採集に御援助下された北海道大学動物学教室高津昭三，阿部永，道立農業試験場種芸部佐藤巖，北林英治の各氏に対し併せて謝意を表する。

文　　献

1. Chitty, D., 1937: A ringing technique for small mammals. Jour. Anim. Ecol., 6, 36.
2. Chitty, D. & M. Shorten, 1946: Techniques for the study of the Norway rat (*Rattus norvegicus*). Jour. Mamm., 27, 63.
3. Christian, J. J., 1950: The adreno-pituitary system and population cycle in mammals. Jour. Mamm., 31, 247.

4. DICE, L. R., 1931 : The occurrence of two subspecies of the same species in the same area. Jour. Mamm., 12, 200.
5. DAVIS, D. E, A. W. STOKES & J. T. EMLEN, 1948 : Studies on home range in brown rat. Jour. Mamm., 29, 207.
6. DAVIS, D. E., 1951 : The relation between level of population and size and sex of Norway rats. Ecol., 32, 462.
7. DAVIS, D. E., 1951 : The characteristics of global rat population. Amer. Jour. Pub. Health, 41, 2.
8. DAVIS, D. E. & O. HALL, 1951 : The seasonal reproductive condition of female Norway (brown) rat in Baltimore, Maryland. Physiol. Zool., 24, 9.
9. EMLEN, J. T., A. W. STOKES & D. E. DAVIS, 1949 : Methods for estimating populations of brown rats in urban habitats. Ecol., 30, 430.
10. 井上元則, 1943 : 野鼠被害防止について. 北海道林業試験場時報, 23号.
11. 犬飼哲夫, 1939 : 樺太に発生したドブ鼠の大群とその被害. 植物及動物, 7巻, 12号, 57.
12. 犬飼哲夫, 1942 : 樺太に大発生したドブ鼠の駆除対策とその効果批判. 札幌農林学会報, 34巻, 3号, 1.
13. 犬飼哲夫, 1943 : 寒地に於けるシチロウネズミの越冬について. 応用動雑, 14巻, 3号, 263.
14. 犬飼哲夫・芳賀良一・森樊須, 1952 : 北海道新十津川に於ける水田のドブネズミによる被害(予報). 北大農学部邦文紀要, 1巻, 3号, 301.
15. JACKSON, C. H. N., 1939 : The analysis of animal population. Jour. Anim. Ecol., 8, 238.
16. 河田 党, 1952 : 愛媛県戸島及び日振島に於けるドブネズミの大発生. 植物防疫, 6巻, 1号, 23.
17. 木下栄次郎・上田明一・犬飼哲夫, 1952 : モノフルオール醋酸ナトリウム製剤による野鼠駆除試験結果について. 北海道林務部(臨時刊行物).
18. 木下栄次郎・上田明一・桑畑勉・五十嵐文吉・柴田義春, 1952 : カラマツ造林地の野鼠棲息個体数と被害木との関係 (第1報). 第61回日本林学会大会講演集, 153.
19. LEVIN, E., W. SILBERNAGEL & F. A. NICHOLS, 1950 : Unidentified factors in wheat germ oil influencing reproduction (A preliminary report) Bull. Scien. Lab. Denison Univ., 42.
20. 増山元三郎, 1949 : 例数について. 医学と生物, 5巻, 2号, 41.
21. 太田嘉四夫・上田明一, 1949 : エゾアカネズミの害について. 札幌農林学会報, 38巻, 2号, 19.
22. 佐々 学・鈴木 猛, 1952 : 殺虫剤及び殺鼠剤.
23. 田中 亮・川島文夫, 1951 : 鵜来島の家鼠の大発生に関する研究. 高知県衛生部.
24. TANAKA, R. & F. KAWASHIMA, 1951 : Movement and population of the brown rat in Kochi City. Annot. Zool. Jap., 24, 225.
25. 田中 亮, 1952 : 鼠類の個体群の増減機構—特にドブネズミとその駆除作業に関連して. 科学, 22巻, 11号, 581.
26. 徳田御稔, 1932 : 択捉島の鼠禍について. 動雑, 44巻, 441.
27. 徳田御稔, 1952 : 鼠族の分類及び生態に関する研究 (2). 植物防疫, 6巻, 1号, 19.
28. 宇田川竜男, 1953 : 野鼠の駆除に関する研究(第2報) 殺鼠剤の薬量と形状. 林業試験場研究報告, 60号, 81.
29. URSIN, E., 1952 : Occurrence of vole, mice, and rats (Muridae) in Denmark. Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren., 114, 217.
30. 渡辺菊治, 1937 : 野鼠及び野鼠チブス菌に関する研究. 茨城農業試験場報告, 2号.

Résumé

1. The authors have engaged in investigation on the rat damage in the rice field belonging to the Hokkaido Prefectural (Sapporo) and National (Kotoni) Agricultural Experiment Stations. Some ecological study of the brown rat in the damaged spot has also been made.

2. The attack of the rat was made on the rice at the later milk-like stage and a little later. The early varieties of rice are likely to be damaged.

3. The damage was done mostly by the brown rat (*Rattus norvegicus norvegicus*). However the mouse (*Mus molossinus*) was observed also to be harmful to the rice

crop.

4. The number of rats in the Kotoni rice field was estimated as 280 per hectare showing damage of a severe type and in the Sapporo rice field as 58 per hectare.

5. The home range of the rat in the rice field covered an area with 21 meters width and 45 meters distance on the average. The maximum distance observed was 85 meters.

6. Two pieces of poisonous bait were supposed to be eaten daily by one rat out of 30 which were applied in bait-boxes set 15 meters distant from each other.

7. The poison used was sodium of monofluor acetic acid. One piece of bait weighed 0.4g and contained 1 mg poison. One piece was perfect in killing the rat.

8. The most important way to control the rat is to clean the environment so as not to allow the rat living. Additional to this, suitable agricultural operations, direct killing of the rat and the utilizing of natural enemies are naturally very helpful.

北海道に於ける春播麥類の感温性及び感光性について

宮　下　淑　郎*

ON THE PHENOMENA OF THE SPRING WHEAT AND BARLEY VARIETIES IN HOKKAIDO RESPECTING RESPONSE TO TEMPERATURE AND ILLUMINATION

BY Yoshiro MIYASHITA

I. 緒　　言

北海道に於ける春播麥類のいわゆる感温性及び感光性を明らかにする目的をもつて，昭和27月2月中旬以降温室内に於て小実験を行つたので，その結果に就いて報告する。

本実験の遂行にあたり，終始懇篤なる御指導を賜つた作物部長吉野至徳氏，普通作物第2研究室長佐々木正剛氏，並びに心からなる御協力を寄せられた元同研究室員笠原守氏に深謝の意を表する。

II. 試験方法

a. 供試品種　供試品種数は，北海道春播小麥4品種及び4系統，大麥，裸麥6品種及び府県産秋播小麥2品種，計16品種でその特性は次の通りである。

第1表　供試品種一覧表

Table 1　The list of experimental materials.

供試品種名	兩親 母	兩親 父	熟期
小麥 農林3号	札幌春小麥	ベロトルカ	晩生
〃 農林29号	早生小麥	農林3号	中生
〃 農林35号	北海6号	マンチュリヤ 142	極早生
〃 農林75号	ガーネット	北海149号	早生
〃 北海178号	アーリーバート	本育44号	中生
〃 北海233号	曉1号	農林29号	早生
〃 北海234号	1 H 19	農林29号	中生
〃 北海238号	24 H 30	北海201号	晩生
大麥 札幌6角	原名エルハルトフレデリクセン		早生
大麥 早生4角	原名　オリゲルステ		極早生
〃 大樹大麥	純系淘汰		中生
〃 米国4号	原產　米国		〃
裸麥 三月子1号	純系淘汰		〃
〃 北系1号	純系淘汰		早生
小麥 農林63号	奈良県立農試より取寄す		極早生
〃 埼玉27号	埼玉県立農試より取寄す		早生

* 作物部普通作物第2研究室

b. 栽培法　前年採種せる純系種子を2月15日，温室内の床に無肥料の儘播種し，2月19日全品種整一に発芽したものから更に良個体を選別して翌20日，上部直径9 cm，高さ40cmの素焼鉢1個に3個体宛栽植した。尚，施肥量は圃場栽培標準肥の倍量とした。

c. 処理法　処理として次の4区を設け，1区制とした。

1. 24時間日長高温区
2. 15時間日長高温区
3. 短日高温区
4. 短日低温区

処理法は24時間及び15時間日長高温区は，それぞれ夜間16時以降100 V，100W，のマツダランプを1個宛地表面から2mの高さに補光し，15時間日長高温区は午後12時まで照明し，午前9時遮蔽幕をはずすまで闇の中に置いたが，24時間日長高温区は午前9時遮蔽幕をはずすまで照明を継続した。短日高，低温両区は自然日長に置いたが，実験を開始した2月中旬は約10時間20分，24時間日

長区を打ち切つた4月下旬は13時間30分，実験を完了した5月下旬は15時間であつて，6月下旬の最高日長15時間20分に近い。

かくの如くにして実験したが，24時間日長区と15時間日長区との温度差は極めて僅かであつた。今，処理期間中の温度を表示すれば第2表の如くである。但し，4月下旬に入つて温室の暖房が停止したので，短日低温区は5月上旬戸外に搬出した。

III. 試験の結果及び考察

a. 結　果　発芽後出穂まで日数及び出穂促進日数，出穂促進率，主稈葉数を表示すれば第3表の如くである。

第2表　処理期間の温度

Table 2　Air temperature during the experiment

処理区	月旬	2月 中旬	2月 下旬	3月 上旬	3月 中旬	3月 下旬	4月 上旬	4月 中旬	4月 下旬	5月 上旬	5月 中旬	5月 下旬
低短日温区	最高	21.2	23.0	25,7	27.6	30.6	28.3	26.2	21.0	19.1	18.9	18.5
	最低	6.8	7.9	8.7	8.5	8.1	12.0	13.4	−1.9	4.1	3.7	7.8
	平均	14.0	15.5	17.2	18.1	19.4	20.2	19.8	9.6	11.6	11.3	13.2
高短日温区	最高	34.7	33.0	34.8	34.7	31.1	35.0	30.6	34.5	33.0	31.1	33.0
	最低	14.0	14.7	14.4	14.5	14.1	16.2	16.0	10.0	11.0	8.7	10.2
	平均	24.4	23.9	24.6	24.6	22.6	25.6	23.3	22.3	22.0	19.9	21.6
高長日温区	最高	35.7	35.5	37.1	37.1	34.0	36.3	31.2	35.2	37.1	34.2	34.4
	最低	17.8	17.7	16.9	16.0	16.1	17.6	14.1	10.3	10.4	9.8	12.1
	平均	26.8	26.6	27.0	26.6	25.1	27.0	22.7	22.8	23.8	22.0	23.3

第3表　発芽後出穂まで日数，出穂促進日数，出穂促進率及び主稈葉数に関する実験成績

Table 3　The experimental records of days from germination to earing, hastened days in earing, hastened ratio in earing and number of leaves of main stalk.

	品種名	発芽後出穂迄日数 低温短日 a	高温短日 b	高温15時 c	高温24時 d	出穂促進日数 a-b	b-c	b-d	c-d	出穂促進率 a-b/a	b-c/b	b-d/b	c-d/c	主稈葉数 低温短日	高温短日	高温15時	高温24時
1	農林 3 号	75	74	46	35	1	28	39	11	1	38	53	24	8.0	11.0	7.7	6.0
2	農林 29 号	72	56	49	41	16	7	15	8	22	13	27	16	8.0	9.3	8.0	8.3
3	農林 35 号	90	52	32	27	38	20	25	5	42	38	48	16	9.3	6.0	5.7	5.3
4	農林 75 号	80	57	38	33	23	19	24	5	29	33	42	13	8.0	8.3	5.7	6.0
5	北海 178 号	89	65	39	38	24	26	27	1	27	40	42	2	9.0	9.0	6.0	6.0
6	北海 233 号	73	49	38	35	24	11	14	3	33	22	29	8	7.7	7.7	6.0	6.0
7	北海 234 号	77	64	50	43	13	14	21	7	17	22	33	14	9.0	10.0	8.7	8.0
8	北海 238 号	89	75	46	36	14	29	39	10	16	39	52	22	9.0	9.3	7.0	6.0
9	農林 63 号	55	43	35	33	12	8	10	2	22	19	23	6	7.0	7.0	6.0	6.0
10	埼玉 27 号	67	45	38	37	22	7	8	1	18	16	18	3	7.3	7.0	6.0	6.0
11	札幌 6 角	85	77	55	41	8	22	36	14	9	29	47	25	10.0	11.0	8.3	7.3
12	早生 4 角	81	79	46	40	2	33	39	6	2	42	49	13	10.0	11.0	8.0	7.0
13	大樹大麥	88	*	53	41	—	—	—	12	—	—	—	23	11.0	—	9.7	7.7
14	米国 4 号	84	83	45	41	1	38	42	4	1	46	51	9	10.0	11.0	7.5	7.0
15	三月子 1 号	81	*	51	45	—	—	—	6	—	—	—	12	9.3	—	9.5	9.0
16	北系 1 号	82	75	53	47	7	22	28	6	9	29	37	11	10.3	12.0	10.0	8.5

＊印は事故の爲調査不能であつた。

b. 考　察　本実験に用いた小麦「埼玉27号」及び小麦「農林63号」は，昭和26年及び同27年，両年の播種期試験の結果（未発表），春播性程度1級に属し，特に「農林63号」は各播種期中最も早生で，「埼玉27号」は，従来，秋播性なく感温性高いものとされて来た。

しかして上記2品種を以て，府県暖地秋播栽培小麦品種の特徴を代表するものとして考えることが出来るならば，本実験の結果として次の如く考察することを得るであろう。

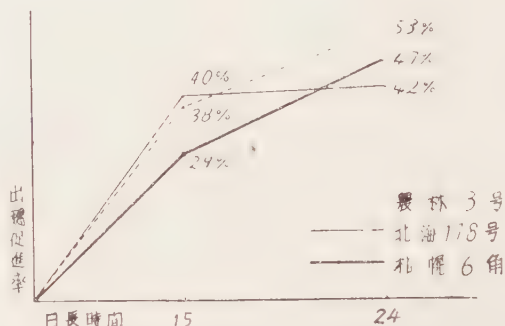
1）従来，寒地春播小麦品種は感温性低く，感光性が高いとされて来たが，[1)2)] 本実験の結果によると，北海道の春播麥類の感温性及び感光性は品種によりそれぞれ異り，一般に北海道春播小麦品種は感光性のみならず感温性も高く，春播大麥，裸麥品種は「小麦農林3号」と同じ傾向を有し，感温性は低いが感光性は著しく高く，日長の長い程出穂は促進せられた。然し，府県暖地秋播栽培品種は，本道春播麥類に較べ，低温短日条件下に於て著しく早く出穂し，特に感温性が高いということはなかつた。

2）北海道の春播小麦品種中，最も早生である「小麦農林35号」と，晩熟な「農林3号」に就いて，24時間日長による短日高温区に対する促進率は，前者48%，後者53%でその差の少ないところから，24時間日長による感光性程度なるものは品種の早晩と直接関係がないものと考えられる。

3）15時間日長による短日高温区に対する出穂促進の程度は，24時間日長による短日高温区に対する出穂促進の程度と比例的な関係にない。しかして，麥類の各品種には最も出穂の促進され得る日長に限界があり，その限界を超えれば更に促進されることがないか僅かである如く，その顯著な現象は「北海178号」に認められ，15時間日長区と24時間日長区との差は僅か1日で，短日高温区に対する出穂促進率はそれぞれ40及び42%である。しかして，本実験の結果より麥類の日長に対する反応の様式を次の様に認めることが出来よう。

a）品種により，日長を長くする事によつて鋭敏に出穂が促進せられる型のものと然らざるものとがある。　b）各品種の出穂が促進され得る日長には限度があり，これを超えれば更に促進されることがないか僅かとなる。

上記2項を出穂促進率により図示すれば第1図の如くである。



第1図　日長による出穂促進の代表的な2型

Fig. 1　Two representative types on the response to day length in which the acceleration in earing occurs.

上図に於て，「小麦北海178号」は15時間日長に於て40%の促進率を示し，24時間日長による42%に僅か2%の差でほぼ促進の限界に達したものと考えられる。が，「札幌6角」の如く，24時間日長により47%まで促進される可能性を持つ品種が15時間日長に於て29%の促進率で，「北海178号」に較べ11%低い。このことは各品種の出穂が促進され得る最高日長による出穂促進の可能性とは別に，日長に対する感度の差のあることを意味するものであろう。

4）主稈葉数に就いて，高温及び長日により出穂が促進せられると共に，一般に主稈葉数を減ずるが，低温短日区に於て，高温短日区より主稈葉数の少ないものがある。これは，低温による生長の遅延とは別に生殖生長への過程が促進せられた為であるように考えることも出来るかと思うが，今，「小麦農林29号」と「北海178号」との関係に於て，「北海178号」は光に対する反応が「小麦農林29号」に較べ鋭敏であるに拘わらず，前者に葉数の減少が認められないところから，低温短日区に於て，高温短日区より主稈葉数の減少した「小麦農林3号」，「小麦農林29号」，「北海234号」及び大麥，裸麥の品種等には秋播性があるものと判断せられた。

IV. 摘　　要

北海道の春播麥類を代表するものとしてここに，春播小麥4品種及び4系統，大麥，裸麥9品種，参考として，府県秋播栽培「小麥農林63号」及び「埼玉27号」の2品種，計16品種の感温性及び感光性を明らかにすべく試みた。しかして，「小麥農林63号」及び「埼玉27号」を以て府県暖地秋播栽培小麥品種を代表せしめ得るならば，本実験の結果を次の如く摘要することが出来るであろう。

1. 北海道の春播小麥品種の感温性及び感光性は品種によりそれぞれ異り一般に，感光性のみならず感温性もまた高く，大麥，裸麥品種は「小麥農林3号」と同様感光性高く，日長の長い程出穂期は促進せられた。

2. 本州暖地秋播栽培小麥品種は，北海道の春播麥類に較べ低温短日条件下に著しく早く出穂し，特に感温性が高いということはなかつた。

3. 24時間日長を以てする感光性程度なるものは，品種の早熟性と直接関係がないように認められた。

4. 麥類の日長に対する反応の様式として，次の2点が明らかになつた。

　a) 品種により日長を長くすることに依つて鋭敏に出穂促進せられるものと然らざるものとがある。

　b) 各品種の出穂が促進され得る日長に限度があり，これを超えれば更に促進されることがないか僅かである。

5. 高温短日区より低温短日区に主稈葉数の少ないことから，「春播小麥農林3号」,「小麥農林29号」「北海234号」及び大麥，裸麥品種には秋播性があるものと判断せられた。

引用文献

1. 和田栄太郎・秋濱浩三，1934： 小麥に於ける暖地秋播品種と寒地春播品種との差異に就いて第1報 感溫性及び感光性の差異．日本作物学会紀事 6，435～441．
2. 柿崎洋一・鈴木真三郎，1937： 小麥に於ける出穂の生理に関する研究．農林省農業試驗場彙報，第3巻，第1号．

Résumé

This experiment was carried out from February to June in 1952 in green house in order to elucidate the reality of responses of the spring wheats and barley to temperature and illumination in Hokkaido.

For this purpose use was made of 8 spring wheat and 6 spring barley varieties common in Hokkaido; in addition for comparison the two probably representative winter wheat varieties of Honshu having the highest grade of spring habit, were used.

Employed treatments were; 1) 24 hours day-length and high temperature, 2) 15 hours day-length and high temperature, 3) natural day-length and high temperature and 4) natural day-length and low temperature.

The experimental results have been summarised as follows:—

a) The most of the spring wheat varieties in Hokkaido were not only high in response to illumination, but also to temperature.

But the common or naked barley varieties were similar to spring wheat, Norin No. 3, in which the response to illumination was very high and earing was more accelerated as day-length was lengthened.

Moreover, the winter wheat varieties from warmer region in Japan were not so susceptible, in particular in the sensibility to high temperature, as had been considered usual.

Rather the earing of these varieties was earlier under the short day low temperature condition than those of the Hokkaido spring wheat and barley varieties.

b) It is obvious that there are two

modes of response of wheat and barley to day-length, that is

1. There are differences in a gradient of acceleration of earing between the varieties when the day-length was lengthened.

2. Each of the varieties has a critical long day-length at which earing is accelerates but, if the day-length is greater, acceleration in earing does not take place, or it does so only slighthy, if at all.

c) Based on the fact that the number of leaves of main stalk was less in low temperature than in high temperature under the short day condition, it has been decided that some spring wheat varieties in Hokkaido, e. g., Norin No. 3, Norin No. 29, Hokkai No. 234, and common or naked barley varieties in Hokkaido, used in this experiment, have some of the nature of the winter varietes.

馬鈴薯アルフア粉の製造及び利用に關する研究
第2報　蒸煮馬鈴薯の凍結乾燥が製品の被糖化速度に及ぼす影響について

湯　村　　寛*

STUDIES ON THE PRCOESSING AND APPLICATION OF POTATO ALPHA-FLOUR
II. THE EFFECT OF FREEZING AND DEHYDRATION PROCEDURES ON THE HYDROLYTIC VELOCITY OF STARCH IN FLOUR BY DIASTASE

By Hiroshi YUNOMURA

緒　　言

Potato α-flour を工業的に製造する場合，全生産費に対する乾燥経費の占める比率が極めて高いので生産コストの低廉化を図る為には予め原料の機械的脱水を行う必要がある。而して生原料に対する脱水の機械的処理は非常に困難で未だその解決を見ない状態にあるが，原料を蒸煮後早急に凍結させ解凍後に脱汁処理を行うことは比較的容易である。

一旦α化された澱粉を極めて迅速に凍結させる場合，その澱粉はα型に保持されることは既に KATZ[1) 2)] により明らかにされたが，食品工業に於てはかかる急速なる凍結（環境温度−184°C）は望み得ず，従つて実際には凍結速度の遅延とこれに伴う澱粉の退化が予測されるのである。

冷凍乾燥法による馬鈴薯アルフア粉の工業的生産の基礎条件を確立せんとするならば，蒸煮馬鈴薯の凍結速度，解凍及び脱汁並びに加熱乾燥の際の温度及び時間等の諸条件が乾燥製品に及ぼす影響等を明らかにしなければならない。これらの条件と製品所含澱粉の糖化酵素による加水分解速度との関係につき二，三の実験を行つたのでここに報告する。

實験材料及び方法

1. 材料及び期日

下記に示す通りである。

品　種	実験記号	実験期日	材料成分 水分（%）	材料成分 澱粉（%）	生産地	収穫期日
紅丸	BA	昭和27年10月	76.17	17.70	美唄泥炭地研究室	昭和27年9月
	BA	昭和27年4～6月	78.86	15.30		26年9月
メークイン	MA	〃 10～11月	80.04	15.46	〃	27年9月
	MB	〃 5～6月	15.30※	69.64※		26年9月
男爵	D	〃 8～9月	78.46	15.43	琴似本場	27年8～9月

※は風乾物についての含有率を示した。

*農芸化学部農産加工研究室

2. 材料処理法

(イ) 供試量　BA，MA，D　は各回3～5kg宛，
BB，MBは各回100～300g宛。

(ロ) 蒸　煮　馬鈴薯を剝皮後常圧で充分に蒸煮。

(ハ) 凍　結　蒸煮した材料は凍結速度の調節を図るため適宜に切断し或は丸の儘で直ちに冷凍室に入れ，試料一部の表面が凍結を開始してから全試料の完了までをもつて凍結時間とした。供試冷凍室温は－5±2°C及び－10±2°Cの2種である。

(ニ) 解凍及び脱水　凍結試料を乾燥器内で可及的速かに解凍させたが，解凍品温は0°C内外であり解凍に要した時間は供試量及び環境温度により異る。解凍後直ちに圧搾脱汁をなし次で早急に乾燥処理を開始した。脱汁処理の後暫らく放置した場合にはその放置時間を（＋）で追記した。

(ホ) 乾　燥　使用乾燥器は小澤製作所製の大型送風式乾燥器で型式はOK，100V－38A，140×50×65cm，乾燥棚5段である。乾燥処理中に試料層の品温を測定したが，これは試料組織内の真の温度を示していないので見掛けの品温と称する。

第1表　凍結より製品化までの条件

Table. 1 Effect of various treatments on

実験番号	処理法	凍結条件 凍結時間 (hr)	凍結完了後の品温(°C)	凍結の継続 (hr)	室温 (°C)	解凍→脱水処理時間 (min)	乾燥処理直前の品温 (°C)	乾燥中の 30～40°C	40～50°C
11	輪切	1.5～2	－2～－9.5	14.5	－6.5～－9.5	100	5～6	(20～40°C) 120	160
12								(〃) 120	180
13	〃	2～3	〃	15.5	〃	〃	〃	5	5
14								30	100
15	丸	2.5～6.5	〃	13.5	〃	〃	〃	10	40
16								30	90
17	繊切	1～1.5	－2	0	－8～－9	90	17～19	—	—
18								—	60
19	輪切	1.5～2.5	〃	〃	〃	60	11～13	—	—
20								—	30
21								—	60
22	繊切	1.5～3	〃	〃	－3～－4	40	17～19	—	10
23								—	50
24	丸	2～5	〃	〃	－8～－9	90 (＋)放置 3hr	6～15	—	10
25								—	15
1	繊切	1～1.5	－2～－7	20.5	－5～－7	90	—	—	15
2								—	130
3	輪切	1.5～2.5	－2～－2.5	0	－7～－12	60	20～25	—	—
4						30		—	8
5						60		—	25
6						120		60	300
7						120		(40±2°C)	－16(hr)
8	〃	2.5～4	－3.0～－3.2	0.5	－4～－8	90	—	—	—
9						75		—	70
31 32	〃	1.5～2.5	－2～－8	0.5	－8～－11	60	—	—	—

(ヘ) 糖化速度　木原氏法[3]により試料0.5g．に1％ Taka-diastase 水溶液 30c.c. を加え 37°C で1時間作用させた後，その濾液につき辺見・友枝等[4]の Bertland 氏変法により還元糖を定量し，これより酵素液及び試料中の糖量を差引いたものを試料中の澱粉で除し糖化率を算出した。

尙，これらの実験の施行に当り，供試量の相異冷凍室温の時間的不均一，乾燥器内の一定条件の維持困難等のため，比較すべき処理条件を全く同一にすることはできなかつた。

實験結果

I〕凍結より製品化迄の條件と製品の澱粉分解速度との關係

剝皮馬鈴薯を蒸煮後直ちに種々の時間で凍結処理を行い，解凍，脱汁後再加熱を行つて乾燥させその製品の澱粉糖化速度を求めたが，その結果は第1表の通りであり，更に近似条件毎に集約整理してグラフに示せば第1図の通りである。

と製品の糖化速度との関係
the hyderolytic velocity of starch.

一定品温の占める時間 (min)			各品温の時間的比率 (％)			乾燥時間	粉の被糖化率	粉の水分
50～60°C	60～70°C	70°C～	40°C以下	50°C以上	60°C以上	(hr)	(％)	(％)
10～	—	—	41	3	—	4.5～6	25.23	8.06
60	20～	—	32	21	5	6.5～7	27.81	5.09
28	32	10～	6	88	53	1～2	32.17	4.84
70	30	20～	12	48	20	4.5～5	27.88	5.26
60～	—	—	9	55	—	1.5～2.5	30.41	5.45
120	30～	—	11	56	11	4.5～5.5	25.67	4.93
60	60～	—	—	100	50	1.5～3	38.14	5.93
270	30～	—	—	83	8	5.5～7.5	34.12	10.89
2	30	38～	—	100	97	0.5～2	38.74	5.90
90	20	20～	—	81	25	2.5～3.5	37.51	7.12
250	30	10～	—	83	11	5.5～7	34.67	6.93
10	40	20～	—	88	75	1～2	39.31	7.16
150	20	20～	—	79	17	4～5	34.38	7.02
25	20	10～	—	82	36	0.5～1.5	32.33	6.89
95	10	15～	—	89	18	2～3	32.22	9.99
25	50	5～	—	84	58	1.5～2.5	38.93	5.25
30	20～	—	—	28	11	3～3.5	32.94	6,13
10	20	20～	—	100	80	35～75(min)	42.48	5.50
17	25	20～	—	89	64	1～1.5	40.09	7.97
70	30	10～	—	81	30	2～3	37.56	9.29
60～	—	—	14	14	—	6～9	26.60	10.46
—	—	—	—	—	—	15～18	22.91	6.02
20	22	18～	—	100	67	40～80(min)	39.20	4.82
30	20		—	42	17	2～2.5	30.83	4.10
20	22	8	—	100	60	35～75	38.92	5.59

実験番号	処理法	凍結条件 凍結時間 (hr)	凍結完了後の品温(°C)	凍結の継続 (hr)	室温 (°C)	解凍→脱水処理時間 (min)	乾燥処理直前の品温 (°C)	乾燥中の 30~40°C	40~50°C
33						60(+)60		—	—
34						60(+)90		20	180
35	輪切	1.5~25	−2~−11	20.5	−8~−11	60(+)60	20~25	60	340
36						30		—	6~9(hr)
37						〃		15(hr)	
38								—	2
39								—	2
40	丸	2~4	−2~−2.5	0	−9.0	100	14~18	—	3
41								—	30
42								—	90
43								—	6
44	〃	3~6	−2~−8	12	−5~−8	90	26~35	—	—
45								—	30
46								—	40
51	繊切	1~1.5	−2	0	−8~−10	80	11~13	90	30
52			−2~−8	19		60	22~26	90	105
53	輪切	2~2.5	−2~−2.4	0	−4~−6	80	23~24	—	40
54								110	90
55	丸	2~4	−2~−3.5	0	−8~−11	120	〃	20	20
56	二ツ切	2~4	−2~−7	8.5	−6~−7	120 (+) 60	23~25	20	100
57								180	60
58	丸	2~4	−2~−9	17	−8~−9	120	19~21	60	40
59								180	20
60								—	50
61	〃	4.5~6.5	−2~−7.5	12	−6~−7	80	24~25	40	90
62						(+) 80		30	120

No. 1~25；紅丸 { 11~25：BA / 1~ 9：BB }　　No. 31~46；メークイン (May Queen) { 31~37：MB / 38~46：MA }

製品の被糖化速度は原料蒸煮後の処理条件特に凍結完了までの時間並びに乾燥処理中の品温に顯著な影響を受けることが認められる。先ず凍結の速さと澱粉との関係については，凍結以外の処理条件が類似の場合には凍結が速かに完了したもの程その被糖化速度が速かである。又凍結完了時間の速やかな場合と遅い場合との結果を比較して，例えば NO. 14 と 16，2 と 9，4 と 8，42 と 46 その他に見られる如く，前者の乾燥温度が若干低温であるか或は低温でより長時間を経た場合でもその製品の糖化能は両者が殆ど同程度であるか或は前者の方がより優れている場合もある。

次に乾燥温度と澱粉との関係は，凍結時間が同一の場合，乾燥処理中の品温が高い程且つ乾燥が短時間である程その製品の糖化能が高い。乾燥処理中の温度と澱粉の糖化速度との関係は見掛けの品温 50~60°C を中心として著しい相異を示しており特に乾燥が比較的長時間に亘る場合に顯著で

一定品温の占める時間 (min)			各品温の時間的比率 (%)			乾燥時間	粉の被糖比率	粉の水分
50～60°C	60～70°C	70°C～	40°C以下	50°C以上	60°C以上	(hr)	(%)	(%)
10	20	20	—	100	80	40～70(min)	42.47	5.03
20～	—	—	9	9	—	3～5	29.17	5.58
—	—	—	15	—	—	7～7.5	26.72	7.53
—	—	—	—	14	—	6～9	27.60	7.58
—	—	—	—	—	—	14～16	24.91	5.68
4	12	22～	—	95	85	0.5～1	37.65	5.35
7	20	25～	—	96	83	0.5～1.5	36.16	3.53
60	20	37～	—	97	48	2～2.5	34.59	3.50
140	10	30～	—	86	19	3.5～4	34.28	4.85
360	90～	—	—	83	17	7～11	32.06	5.20
12	20	32～	—	91	74	0.5～2	34.19	3.47
25	85	10～	—	100	79	1～3	34.18	6.87
60	35	25～	—	80	40	2.5～3	33.53	4.39
110	45	35～	—	83	35	4～4.5	31.64	3.89
15～	—	—	67	11	—	2～3	34.75	9.43
10～	—	—	44	5	—	3.5～4	29.05	8.41
50	5～	—	—	59	5	1～2.5	33.43	3.11
100	—	—	37	33	—	5～6	30.32	10.40
50～	—	—	11	26	—	3～4	29.20	8.48
30	10～	—	13	25	6	2.5～3.5	28.48	7.99
30～	—	—	67	11	—	4.5～5.5	26.87	6.96
30～	—	—	46	23	—	2～3	29.40	5.71
20	20～	—	75	17	8	4～5	27.48	4.54
90～	20～	—	—	69	13	2.5～3.5	28.34	8.64
60	—	—	21	32	—	2.5～4.5	26.04	7.68
50～	20～	—	14	32	9	3～4.5	25.53	6.21

No. 51～62；男 爵

ある。即ち50～60°Cが乾燥所要時間の70%程度を占めるNO. 18, 20及び42の如き場合は，No. 6, 7, 35, 36その他の如き50°C以下の場合と比較して製品の糖化が遙かに速やかであり，α澱粉としての（木原氏法による推定）乾燥許容時間の「伸び」が認められる。然しこの温度範囲で100分以上を経ても，例えばNo. 18, 20, 41, 42, 46等の結果の如く乾燥時間の延長に伴つて糖化速度が逓減している。

凍結を継続してもしなくとも，又凍結継続中の品温の降下程度が相違しても製品所含澱粉の加水分解速度に変化は認められない。

II〕凍結解凍の反覆と製品所含澱粉の分解速度

蒸煮馬鈴薯を凍結，解凍させ搾汁後に再び凍結を繰返した後加熱乾燥を行つた場合の澱粉分解速度は第2表の通りである。

第2表 再凍結の条件と製品の被糖化速度との関係

Table 2 Effect of the repetition of freezing and thawing on the hydrolytic velocity of flour starch.

実験番号	第一次凍結					第二次凍結					乾燥前の品温 (°C)
	凍結時間 (hr)	凍結後の品温(°C)	凍結室温 (°C)	凍結の継続 (hr)	解凍時間 (min)	凍結時間 (r)	凍結後の品温(°C)	凍結室温 (°C)	凍結の継続 (hr)	解凍時間 (min)	
71											
72	2.5～5.5	−2	−7	0	70	0.5～1.5	−2～−7.5	−6～−7.5	12.5	80	9～11
73											
74											
75											
76	2.5～6	−2～−7.5	−7～−7.5	15.5	90	0.5～1	−2～−8.5	−9.0	1	70	24～26
77											
78											
79	2～5	−2～−11	−9～−11	19	150	0.5～1	−2～−10	−8～−10	16	60	25～27
80											
81											

実験番号	乾燥品温と時間 (min)					品温の占める比率 (%)			乾燥時間 (hr)	粉の被糖化率 (%)
	30～40°C	40～50°C	50～60°C	60～70°C	70°C～	40°C以下	50°C以上	60°C以上		
71	4	6	20	20	10～	7	83	50	50～80(min)	33.17
72	5	50	35	5	15～	5	50	18	1.5～2.5	32.61
73	5	45	45	15～	—	5	55	14	〃	31.76
74	—	120	90	20～	—	—	48	9	4～4.5	28.55
75	—	5	25	30	10～	—	90	70	50～90(min)	33.18
76	—	35	100～	—	—	—	74	—	2.5±10(〃)	31.90
77	—	25	90	10	10～	—	81	15	〃 (〃)	32.85
78	—	20	50～	—	—	—	71	—	0.5～2	33.43
79	10	70	50	40	5～	6	46	2.6	3～3.5	28.06
80	—	70	150	5	35～	—	73	15	4.5～5	33.21
81	—	100	260	—	—	—	72	—	6.5±10(min)	31.34

即ち No.75 と 78 並びに No.76, 77 と 80 を比較検討する場合第一次凍結速度の効果が僅かに示されている。乾燥温度による影響は著しく，その温度が高い程澱粉の分解能が高く且つ乾燥時間の遅延に伴う糖化速度逓減の傾向が緩漫である。

次に，氷点下の温度が比較的高く凍結が極めて不安定な条件下の結果を示した。即ち蒸煮材料を0°Cの室温に1時間，更に−5°Cに1時間放置した後0°C～−5°Cに1時間宛3回繰返し処理の後完全凍結を行つた。この間試料の状態は−5°C 1時間では，20～30分後より表面に氷結晶の生成が見られ，以後30分間に試料の厚さ約½程度まで粗にして軟質の凍結状態となり，次で 0°C に放置解凍が中行われ，3回の反覆によりかかる半凍結及解凍が繰返されたことになる。

第3表 半凍結，解凍の繰返しと製品の被糖化速度との関係

Table 3 Relation between the repetition of semi-freezing and thawing and the hydrolytic susceptibility of flour starch to enzyme.

実験番号	凍結条件						解凍時間
	完全凍結時間	凍結完了までの品温 (°C)	同室温 (°C)	凍結完了後の室温 (°C)	同品温 (°C)	凍結の継続 (hr)	(min)
85	1.5~7	0~−2	0~−5°C に繰返し	−4~−6	−2	0	30
86							14(hr) 20±5°C
87	〃	〃	〃	—	−2~−6	20.5	60(+)60
88							60(+)90
89							60(+)60
90							30

実験番号	乾燥品温とその時間 (min)					品温の占める比率 (%)			乾燥時間 (hr)	粉の被糖化率 (%)
	30~40°C	40~50°C	50~60°C	60~70°C	70°C~	40°C以下	50°C以上	60°C以上		
85	—	—	20	27	13~	—	100	67	50~80(min)	40.02
86	—	—	20	20	5~	—	100	56	30~60(〃)	29.56
87	—	—	20	20	10~	—	100	60	40~70(min)	38.89
88	20	180	20~	—	—	9	9	—	3~5	28.89
89	60	340~	—	—	—	15	—	—	7~7.5	23.60
90	—	6~9(hr)	—	—	—	—	—	—	6~9	26.96

この結果，かかる不安定な凍結条件を経過した場合でも解凍後可及的早急に高温で再加熱処理を施せば α−Starch が得られ，又脱水後の低温放置時間が延長すれば製品の被糖化能が低下することが認められる。

Ⅲ〕普通法による製品の被糖化速度

剝皮馬鈴薯を蒸煮後直ちに加熱乾燥処理を施した場合の乾燥条件と製品の被糖化速度との関係は第4表の如くである。

第4表 蒸煮乾燥と製品所含澱粉の分解速度との関係

Table 4 Changes of hydrolytic velocity of starch in flour which was dehydrated by different temperature and time after cooking.

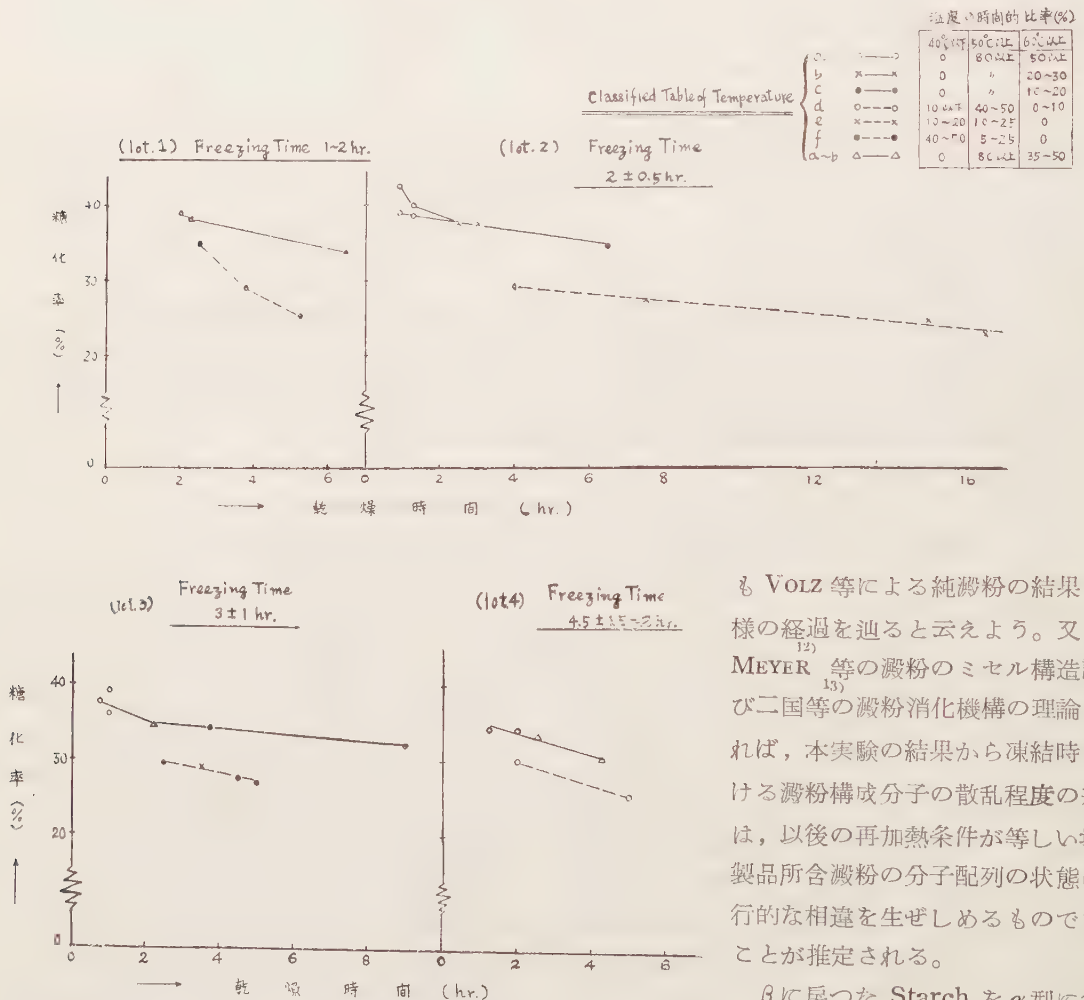
実験番号	処理時間 (min)	乾燥前品温 (°C)	乾燥時間 (hr)	乾燥品温と時間 (min)				品温の比率(%)		粉の糖化率 (%)	同水分 (%)
				40~50°C	50~60°C	60~70°C	70°C~	50°C以上	60°C以上		
101	30	17~21	0.5~1.5	5	10	30	10~	91	73	42.39	7.35
102			2~3	5	90	40~	—	96	30	41.24	6.43
103			2.5~4.5	—	140	50~	—	100	26	37.49	6.25
104			4~5	—	150	70	20~	100	38	36.27	9.25
105			6~6.5	140	130	50	20~	59	21	32.33	6.94
111	〃	—	3~3.5	50	75	15	35~	71	27	37.48	6.56
112			4.5~5	50	170	25	10~	80	14	36.49	8.05
113			6~6.5	60	250	25	15~	83	11	33.61	7.60
114	〃	—	1~2	(10 (30~50°C)	20	30	10~)	(88)	(63)	43.94	10.18
115			5~6	(180	150	80	10~)	(40)	(10)	32.38	9.59

No. 101~105; BA, No. 111~113: MA; No. 114, 115; MB　( ) 内温度は推定。

この結果は，澱粉に及ぼす温度及び時間の影響が著しいことが認められる。凍乾法による結果と比較する場合，高温乾燥では乾燥時間が短かい場合は蒸煮直接乾燥法による方が糖化速度が速かであり又，乾燥時間の延長に伴う糖化能減少の傾向も本法の方が稍強いようである。

考　　察

澱粉或は澱粉質食品を一旦 α 化させた後含水状態に於て放置する場合，その温度が澱粉の退化に重大な影響を及ぼし 60°C 以上では永く α 型に保持されるが，温度の降下に伴つて β 澱粉化が速かになることは既に KATZ[1,5,6] により定性的に証明されたが，一方 β 澱粉化に伴い糖化酵素に対する感応性が低下することは KATZ[7,8]，SCHULZ[9,10] 並びに最近の VOLZ[11] 等の報告に述べられている。蒸煮馬鈴薯を凍結させる場合，その速度が急速であれば α 澱粉の状態に保たれるが[1,2]，凍結速度が遅延するときは凍結温度に達するまでの時間が遅延され，従つてこの間に β 澱粉化が進行することは容易に推測される。本実験に於て乾燥製品所含澱粉の対酵素能低下の傾向が凍結速度の遅延と平行的関係にあることが認められたことは，蒸煮馬鈴薯の場合で



第 1 図　凍結速度の遅延並びに乾燥温度の低下による澱粉の退化

Fig. 1　Retrogradation of starch by prolonged freezing time and lowered reheating temperature.

も VOLZ 等による純澱粉の結果と同様の経過を辿ると云えよう。又，MEYER[12] 等の澱粉のミセル構造說及び二国[13]等の澱粉消化機構の理論によれば，本実験の結果から凍結時に於ける澱粉構成分子の散乱程度の差異は，以後の再加熱条件が等しい場合製品所含澱粉の分子配列の状態に平行的な相違を生ぜしめるものであることが推定される。

β に戻つた Starch を α 型に復元する場合，温度が主要条件であり，純澱粉について KATZ[14] は45°C

VOLZ 等は55°C で10分，LONGREE[15] 等は 50.5～56°C であると報じ，蒸煮馬鈴薯では 58°C で約80%[15]復元している。

ここで蒸煮馬鈴薯の復元温度に関する本実験の結果を論ずる場合に，先ず観察せる「見掛けの品温」について考慮せねばならない。即ち，乾燥処理中の試料は未乾燥の状態に於ては試料層内で密着しているから温度計の示度は真の組織内温度に近いものと考えられるが，乾燥の進行に伴つて個々の試料が収縮される結果，個体間が漸次分離して空間が大となり温度計の示度は空間温度に影響され易くなる。従つて乾燥仕上げの時間が短時間では組織内の真の温度に対する誤差が比較的大となるが，乾燥状態に達する時間が長いときは真の温度に近いものと考えられる。かかる観点の下に見掛けの品温と製品の被糖化能との関係を考察するならば，温度範囲50～60°C でかなり長時間を経ても α 澱粉に保たれることが推定される。然しこの温度範囲で，VOLZ 等の場合に比し相当長時間に亘る加熱を行つて尚時間の延長に伴う被糖化速度の減少が認められるから，この温度範囲では散乱分子を固定させる完全な復元温度であるとは認められず，この温度間の幅が広過ぎる点を考慮すれば完全な再アルフア澱粉化温度は 60°C 内外であると推測される。又乾燥時間が同一で被糖化速度が同一の製品を得ようとするとき，前処理たる凍結の遅い場合には再加熱温度をより高く保たねばならないから，α 澱粉の構成分子が再び規則性を帯びた場合，その規則化が強い程復元のために大なる energy を必要とすることが考えられる。

α 澱粉に対する凍結理論は，組織内に於ける氷結晶の生成即ち脱水現象により散乱澱粉分子を固定せしめるにある。従つて凍結継続の有無は澱粉構成分子の配列に対して影響がないものと予測されるが，これは VOLZ, KATZ 等の結果からも窺い知ることができ，又本実験の結果から確証されると思う。又凍結中の品温の降下は比較的長時間に亘る氷結点を経た後の現象であり，蒸煮馬鈴薯の氷結点は，観察によれば $-1.5\sim-2.0$°C の範囲内にある。従つて凍結中の品温の変化は -10°C 程度以内では澱粉に影響を与えないと考える。

乾燥処理温度が 50～60°C のとき，蒸煮乾燥法による場合と蒸煮凍結乾燥法による場合とでその製品所含澱粉の時間的変化の状態が異るが，これは前者では $\alpha\rightarrow\beta$ 澱粉化なる退化型への移行であり，後者では $\alpha\rightarrow\beta\rightarrow\alpha$ 澱粉化なる復元型への移行を示すところの澱粉型変化の形式の相異によるものと考える。

摘　　要

剝皮蒸煮馬鈴薯から凍結乾燥処理によつて α-flour を製造する場合，その間の処理条件が製品所含澱粉の酵素による加水分解速度に及ぼす影響について二，三の実験を行つたがその結果は次の如く要約される。

1） 製品の被糖化速度は蒸煮原料の凍結速度，乾燥処理中の加熱温度及び時間に顕著な影響を受ける。

2） 凍結以外の処理条件が類似の場合，凍結が遅くなればその製品の被糖化能は逓減する。

3） 乾燥処理中の品温がより高い場合には，製品所含澱粉の加水分解はより速かであり，見掛けの品温が 50°C 以上 60°C 以下では乾燥時間の延長による糖化速度減少の傾向は緩やかであり，α 澱粉質食品としての乾燥許容時間に余裕ができる。然し，凍結速度がたとえ速か（1～2時間）でも乾燥処理中の見掛けの品温が 50°C 以下であれば製品の被糖化能が鈍くなり α 澱粉質食品としての乾燥許容時間が極限される。

4） 製品の被糖化能は，凍結中の品温の相違及び凍結継続の有無によつて左右されない。

5） 凍結，解凍を繰返した後に加熱処理を施した場合の澱粉の受ける影響は前記と同様である。

6） 蒸煮後直ちに乾燥した場合と，凍結，解凍後に乾燥処理を行つた場合とでは加熱温度より受ける澱粉の変化の状態が異る。

本報告の終りに当り，終始御鞭撻並びに御懇篤なる御教示を賜わつた北海道大学教授石塚喜明博士，同助教授伊藤信夫氏並びに当場農芸化学部長西潟高一技官に深甚の謝意を表し，併せて本実験の御援助を戴いた佐藤正人氏に厚く感謝する次第である。尚本報告の要旨は昭和27年11月29日，日本農芸化学会北海道支部講演会に於て発表したものである。

引用文献

1) KATZ. J. R. und WEIDINGER, A., 1934: Z. Physik. Chemie, 169 (A), 339.

2) KATZ. J. R. und WEIDINGER, A., 1937: Z. Physik. Chemie, 180 (A), 423.

3) 木原芳次郎・川瀬善一, 1949: 食糧研究所報告, 2, 25.

4) 辺見文雄・友枝幹夫, 1944: 日農化, 19, 381.

5) KATZ, J. R. und WEIDINGER, A., 1934: Z. Physik. Chemie, 171 (A), 181.

6) KATZ, J. R. und RIENTSMA, L. M., 1930: Z. Physik. Chemie, 150 (A), 60.

7) KATZ, J. R., 1934: Z. Physik. Chemie, 169 (A), 321.

8) SAMEC, M. und KATZ, J. R., 1939; Z. Physik. Chemie, 184 (A), 123.

9) SCHULTZ, A. S, SCHOONOVER, F. D. FISHER, R. A and JACKEL, S. S., 1952: Cerial Chem., 29. 200.

10) JACKEL, S. S, SCHULTZ, A. S, SCHOONOVER, F. D. and SCHEADER, W. E., 1952: Cerial Chem., 29, 190.

11) VOLZ, F. E and RAMSTAD, P. E., 1952: Food reserch, 17, 81.

12) MEYER, K. H, BERNFELD, P., 1940: Helv. Chim. Acta, 23, 89.

13) 二国二郎・不破英次・辰巳ちゑ, 1948: 日農化, 22, 91.

14) KATZ, J. R. und DERKSEN, J. c., 1934: Z. Physik. Chemie, 168 (A), 334.

15) LONGRÉE, K., 1950: Food Technol., 4, 98.

Résumé

When the potato alpha-flour is produced from cooked potatoes by such treatments as freezing, thawing, pressing and dehydration, these physical treatments may alter the starch. This paper describes the effect of various conditions of freezing and dehydration procedure on the hydrolytic velocity of starch in flour.

In this experiment, the enzymatic susceptibility was determined by digestion with 30 c.c. of 1% Taka-diastase of a 0.5 g. dried sample at 37°C. for 60 minutes. The reducing sugar produced by enzymation was measured by BERTLAND's method.

The experimental results are summarized as follows;

1) The saccharifying velocity of starch in flour by enzyme is effected remarkably by freezing velocity, reheating temperature and time.

2) As the freezing time is prolonged the hydrolytic velocity of starch decreases progressively when the conditions of treatment, except freezing, are similar.

3) In reheating temperature the higher the external temperature, the faster is the hydrolytic velocity of starch. When the external temperature of samples is between 50° to 60° C, in manufacturing alpha starchy food, the dehydration time can be prolonged. On the other hand, when the external temperature of samples is lower than 50°C, even though the freezing time is short, the susceptibility becomes slow and the time for dehydration is restricted.

4) The falling of temperature in freezing period and continuation of freezing has no discernible effect on the enzymatic susceptibility of flour starch.

5) When the raw material is reheated after repetition of freezing and thawing, the chemical changes of starch to enzyme are similar to the preceding results.

6) The chemical change of starch by dehydration temperature differs according to the processing method of which the one is reheating after freezing and thawing, and the other is heating soon after cooking of the material.

アスパラガスの塩素酸カリに對する抗毒性と雌雄差

早瀬廣司*　小餅昭二*

SOME CRITICAL REMARKS ON THE METHOED OF IDENT1FYING SEX OF ASPARAGUS (*ASPARAGUS OFFICINALIS* L.) BY POTASSIUM CHLORATE

By Hiroshi HAYASE and Shōji KOMOCHI

まえがき

アスパラガス（*Asparagus officinalis* L.）は，雌雄異株の多年生栽培植物であるが，雌株よりも雄株の方が，2割から5割も収量が多く，早生であることが知られている（岩間，1948）。したがつて，定植前の一年生苗の雌雄を鑑別して，雄株だけを本圃に定植できれば，栽培上有利だと考えられる。

山崎（1933）は，塩素酸カリによる薬害のあらわれかたが，雌雄でちがい，ホウレンソウ，イチョウ，アサでは，いずれも抗毒性は雌が弱いことを報告し，塩素酸カリによる雌雄鑑別が有効であることを指摘した。また，山本（1936）は，スイバ，アヲキ，イチゴで，志佐・小村（1938）は，パパイヤで，それぞれ実験を行つたが，ともにこの方法が有効であつた。ただ，イチゴ，パパイヤでは，ほかの場合とは逆に，抗毒性は雄の方が弱かつた。さらに，萩原・草光（1939）は，これをアスパラガスに応用したところ，イチゴ，パパイヤと同様であつて，アスパラガスでも塩素酸素カリによつて，雌雄の鑑別ができることをみとめた。

萩原・草光の報告にもとづき，その実用性に注目して，追試を行つてみたが，かならずしも両氏の結果と一致せず，また，組織学的な観察によつて，塩素酸カリの害作用発現に一つの知見をえたので，ここにあわせて報告する。

* 作物部園芸作物研究室

實驗結果

材料として，試験場圃場に雌雄別に植えたアスパラガス品種「瑞洋」を使つた。

1. 薬害の特徴

アスパラガスは，食用になる spear が生長すると，枝わかれして，擬葉（cladophyll— 針状の莖で葉と思われている）と花をつけ，葉は葉緑体をふくまず，退化した形で残つている。薬害は，莖，擬葉の全表面にあらわれるが，その程度は，葉緑体による緑色の漂白の度合で判断できる。薬害のはげしいものでは，緑色部が完全に漂白されている。この外部的観察から，害作用によつて，葉緑体がこわされることは明らかであり，この点をさらに確かめるために，薬害をうけた莖の横断切片をつくつて，顯微鏡で観察した（第1図）。

アスパラガスは単子葉植物で，トウモロコシなどと同じように，不齊中心柱であり，その外側を厚膜組織がとりかこみ，厚膜組織と表皮細胞の間に緑皮層があつて，その細胞のほとんどは，葉緑体をもつている。薬害は，第1図でみるように，緑皮層だけに起つており，厚膜組織，中心柱では，まつたく薬害をみとめることはできなかつた。薬害は，まず葉緑体の暗灰色化，破壊からはじまり，その細胞がこわれ（第1図b），やがて，葉緑体をもたない細胞もこわれて，緑皮層はまつたく崩壊してしまう（第1図c）。

2. 薬害と塩素酸カリ濃度との關係

雌雄鑑別にもつとも適当な塩素酸カリの濃度をしらべるため，次の実験を行つた。

第1図　茎の横断切片で観察した薬害の過程　(×90)

Fig. 1　Cross section of asparagus stem showing the process of destruction by potassium chlorate.

a: 健　全
A sound stem
e. 表皮細胞 (epidermis)
cp. 緑皮層 (cortex parenchyma)
cc. 厚膜組織 (cortex collenchyma)
st. 中心柱 (stele)

b: 葉緑体をもつ細胞の破壊
The primary phase in the destruction that occurr-ed only in cells containing chloroplasts.

c: 緑皮層全細胞の崩壊
The advanced phase in the destruction which invaded into other cortex parenchyma cells.

まず，生育程度が同じような雌雄各5箇体をえらび，各個体から6本ずつの枝を切りとり，暗室で2日間水道水で培養した。別に，0％，0.05％，0.1％，0.3％，0.5％，0.7％の6種の塩素酸カリ溶液を雌雄ごとにつくり，容量200ccの三角フラスコに，各濃度の溶液を100ccずついれた。これに，

第1表　薬害と塩素酸カリ濃度との関係　(1952年)

Table 1　The toxic action of asparagus according to the different concentrations of the chlorate solution (in 1952).

$KClO_3$ 濃度	0 %		0.05%		0.1%		0.3%		0.5%		0.7%	
調査日*	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
♂	−	−	−	+	+	++	+	++	++	++	++	++
	−	−	−	+	+	++	+	++	+	++	+	++
	−	−	−	+	+	++	+	++	+	++	+	++
	−	−	−	−	−	+	+	++	−	++	+	++
	−	−	−	−	−	+	−	+	−	+	−	−
♀	−	−	−	+	−	+	+	++	+	++	++	++
	−	−	−	+	−	+	+	++	+	++	+	++
	−	−	−	±	−	±	±	++	+	+	+	++
	−	−	−	±	−	±	−	+	−	+	−	+
	−	−	−	−	−	−	−	+	−	+	−	+

* 処理日　10月2日　　調査日 { I 処理1日後 / II 処理2日後

各個体からとつた切枝が1本ずつ入るようにし，ガラス室にうつして培養した。[1)]

実験を通じて，薬害程度をあらわすのに次の符号を使つた。

符号	説　　明
−	薬害のみとめられないもの。
±	薬害のきわめてわずかなもの。
+	薬害の明らかにみとめられるもの。
++	薬害一層はげしく，緑色がほとんど漂白されているもの。

結果は第1表にまとめた。

処理1日後の観察では，0.1％の濃度で，抗毒性の差は明らかで，薬害は雄の3個体だけにみとめられ，雌にはまつたく薬害は起らなかつた。これに対して，0.1％をのぞいたほかの濃度では，0.3％で5個体の平均として差がみられる程度で，雌雄で抗毒性の差はみとめられない。処理2日後になると，薬害の程度は一層はげしくなり，0.1％でも雌に薬害を示すものがあらわれたが，5個体の平均としての雌雄差は，やはり，0.1％でもつともはつきりしており，ほかの濃度では明らかでなかつた。

第2表　薬害の実験年次による比較

Table 2　The toxic action of asparagus according to experimental years.

実験年次	1952 年		1953 年	
処理日	10月6日	10月9日	7月4日	8月6日
調査日	処理2日後	処理4日後	処理2日後	処理2日後
♂	++	++	++	++
	++	++	++	++
	++	++	++	+
	+	+	++	±
	+	+	+	−
♀	++	++	++	++
	+	+	++	++
	+	+	++	++
	±	+	++	+
	−	+	++	+

1)　塩素酸カリ処理を暗室で2日間行い，ふたたび水道水にうつして光にあてるという方法が，一般に行われているが，山崎（1931 a）は，塩素酸カリで処理してすぐ光にさらしても，上記の方法と大差ないことをみており，実用的な意味から簡便法をとつた。

上記の実験は，0.1％の濃度が，抗毒性の雌雄差を発現するのにもつとも適当であることを示しているようであり，これにもとづいて，1952年と1953年の2年間にこの濃度で行つた結果を，第2表によつて比較してみよう。

この実験で，材料のとりかたは，実験1と同様であるが，水道水培養の操作をはぶいて，切枝をただちに塩素酸カリ0.1％溶液にいれ，ガラス室で培養した。

第2表からわかるように，同じ0.1％溶液でも，雌雄差のあらわれかたは一定でなく，1953年には1952年と逆に，抗毒性は雌が雄よりも弱い傾向を示した。

3. 薬害と貯蔵との關係

実験1と実験2で，1952年の結果をくらべてみると，どちらも雄が雌よりも弱く，前処理としての暗室培養をはぶいても，雌雄のどちらが強いのかをみるためにはさしつかえないが，雌雄差の程度は，水道水で暗室培養した方が，これをはぶいたときよりも大きくあらわれるようである。このことから，貯蔵日数と抗毒性の雌雄差との間に，きまつた関係がないかと考えて，次の実験を行つた。

雌雄各5個体から6本ずつ切枝をとり，1本ずつ試験管にいれた。これを暗室とガラス室にわけて水道水で培養し，各条件で，それぞれ，1日，3日，5日の貯蔵期間をもうけた。貯蔵期間の過ぎたものは，すぐに，0.05％の塩素酸カリ溶液25ccをいれた試験管にうつし，ガラス室においた。spear の生育程度によつて，抗毒性にちがいがあるかをもしらべるために，切枝はいろいろな生育程度の spear からえらび，その程度をあらわすのに次の記号を使つた。

記号	説　　明
3 Y	擬葉がなく，小さい蕾が枝についている。
2 Y	擬葉がつき，蕾も大きくなつている。
Y	開花直前。
A	開花盛期。
2 A	雄では落花後，雌では着果している。

結果は第3表にまとめた。

第3表　薬害と塩素酸カリ処理前の貯蔵条件との関係　(1953)

Table 3 The toxic action of asparagus according to the different conditions of water culture before the treatments (in 1953).

条件	貯蔵日数	♂ 3Y	♂ 2Y	♂ Y	♂ A	♂ 2A	♀ 3Y	♀ 2Y	♀ Y	♀ A	♀ 2A
暗室	1 日	−	−	+	+	+	−	+	+	−	+
	3 日	−	±	++	±	+	+	++	+	++	+
	5 日	?*	?	−	−	−	?	−	−	?	−
ガラス室	1 日	−	+	+	+	+	−	+	+	+	+
	3 日	−	+	−	+	−	+	+	±	+	+
	5 日	−	+	−	−	−	+	+	+	+	+

* ?：凋萎はげしく薬害不明のもの。

貯蔵日数	処理日	調査日
1 日	7 月 14 日	処理 3 日後
3 日	7 月 16 日	処理 5 日後
5 日	7 月 18 日	処理 5 日後

暗室，ガラス室ともに，貯蔵1日のものでは，雌雄の間に差はみられず，実験1の0.05％のときと同様であるが，貯蔵3日になると，実験2の1953年と同様に，雄よりも雌の方に薬害が強くあらわれ，雌雄差がはつきりしてくる。さらに貯蔵5日になると，暗室のものは調査日に自然的な凋萎[2)]が起つている。とくに雄の3Y，2Y，雌の3Y，Aは凋萎がはげしく，薬害はわからないが，比較的凋萎のめだたない雄のY，A，2A，雌のY，2Aでもまた薬害がみとめられないことから考えて，薬害のわからないものにも薬害は起らなかつたと思われる。これに対して，ガラス室で貯蔵5日のものでは，雌のすべてに薬害がみとめられたのに反し，雄の方は2Yだけであつて，雌雄差は，貯蔵3日のときよりも一層はつきりしている。

暗室で貯蔵5日のものに薬害がみとめられないのは，凋萎のために水分吸収量が少なくなり，塩素酸カリの吸収量も減るためと考えられるが，その原因が，塩素酸カリの吸収量だけではないことは，ガラス室で貯蔵5日の雄のY，Aは，雌のいずれにも劣らず吸水するのに，薬害があらわれないことからおしはかることができる。

spear の生育程度と抗毒性との関係については，擬葉のない3Yは，抗毒性が強いようであるが，3Yは蒸散作用が，擬葉をもつたものよりも弱く，吸水量も少ないので，この原因が吸水量によるものか，もつと本質的なものかはわからない。また雌では，生育程度にかかわらず，比較的一様な抗毒性をしめすが，雄では生育程度や，貯蔵条件によつて，いろいろな強さであらわれており，そのために，質的に雌と区別することがむずかしくなつている。

第3表でもう一つ注意しなければならないのは，貯蔵3日のものでは，暗室の方が，ガラス室よりも，薬害が強くあらわれていることである。山崎(1929，1931 b)は，塩素酸カリ処理前の光の条件が，薬害に影響することをしらべ，コムギ，オオムギ，イネでは，直射区で培養したものは，散光区のものよりも，薬害がはげしいことを観察しているが，この実験では逆になつている。

4．薬害と温度・光との関係

塩素酸カリ溶液で培養しても，日光の直射しない室内におくと，害作用は起らない。また，ガラス室においたときも，日光にさらされた面とその裏側とでは，日光にさらされた面が強く薬害をうけている。これらから，光が薬害をあらわす過程に関係あるものと推定されるが，この点をたしかめるために次の実験を行つた。

切枝を，0.1％塩素酸カリ溶液でガラス室と暗室で培養し，暗室の温度は，15°C，25°C，30°Cの

2) 緑色部の黄白化が起るが，ひどくなければ，薬害による漂白とはつきり区別できる。

三つの条件をえらんだ。処理後の温室の温度は，15°C～30°Cであつた。

第4表にその結果を示した。

第4表　薬害と処理時の温度，光との関係（1953年）

Table 4　The toxic action of asparagus according to the external conditions (temperature and light) during the chlorate treatments (in 1953).

暗室						ガラス室	
15°C		25°C		30°C		15°C～30°C	
♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
－	－	＋	＋	＋	＋	＋＋	＋＋
－	－	＋	＋	＋	＋	＋＋	＋＋
－	－	±	＋	＋	＋	＋＋	＋＋
－	－	±	±	＋	＋	＋＋	＋＋
－	－	±	±	－	＋	＋＋	＋＋

処理日　7月3日　　調査日　処理3日後

暗室では，15°Cのときに薬害はまつたく起らないが，25°C，30°Cでは起きており，薬害は高温によつて早められていることがみとめられる。

ガラス室の温度は30°Cになることもあるが，それは短時間で，平均温度は22°C～23°Cである。それにもかかわらず，25°C，30°Cの暗室のものよりも，ガラス室のものは薬害がはげしかつた。これは，光もまた，薬害の反応を早めることを示している。

5. 薬害と還元糖の分布との関係

健全な茎と，薬害をうけた茎の横断切片をつくり，フェーリング液で還元糖の分布をしらべた。反応は敏感でなかつたが，厚膜組織と中心柱に，健全なものにも，薬害をうけたものにも，ともに還元糖が検出できた。

緑皮層は着色しているので，判断はむずかしく，還元糖があるかないかはつきりしなかつた。

考　　察

1. アスパラガスの鹽素酸カリによる雌雄鑑別

萩原・草光（1938）の実験では，雄だけが薬害をうけ，雌は抗毒性強くまつたく薬害はみとめられていない。これに反して上の実験では，雌雄の抗毒性について，両氏のようなはつきりした結果をえることはできなかつたが，それは次の二つの原因によるものであつた。

第一に，抗毒性は同じ性で，しかも同じような生育程度のものでも，個体差による変異が大きく，同じ処理で薬害程度が(－)から(＋＋)にわたることもあつた。したがつて，変異の幅は雌雄でかさなつており，抗毒性の強さは，雌雄それぞれの平均によつて比較できるだけで，1本1本について雄か雌かをきめることはできなかつた（第1表，第2表)。しかし切枝を貯蔵することによつて，ある程度雌雄差を大きくすることができたが（第3表)，これは貯蔵による薬害発現の機能のおとろえかたが，雌雄でちがうためと思われる。

第二に，抗毒性はさらにspearの生育程度，生育時期によつて変動する。生育程度による変動の様子はよくわからないが，実験3では雌よりも雄の変動がはげしいようである。しかしとくに重要なのは，実験年次による抗毒性の変動で，1952年では抗毒性は雄が弱かつたのに，1953年では逆に雌が弱くなつている（第2表)。この抗毒性の強弱の転換が，生育条件によつてひき起されたものか，あるきまつた生育時期にかならず起ることなのかは，まだ研究の余地があるが，いずれにしても，一方の性がつねに他方よりも強いという一定の関係にはなかつた。

以上のように，アスパラガスの塩素酸カリに対する抗毒性は，雌雄それぞれの性の中でも変異が大きく，さらに，生育程度，時期によつて変動するために，ひじように複雑であつた。したがつて，塩素酸カリによる効果的な雌雄鑑別のためには，材料の均一性に注意し，適当な生育時期をえらび，さらに適当な処理（貯蔵）をほどこすことが必要であり，とくに一年生苗について厳密な研究をしなければならない。実用的な面から考えると，このような操作を必要とする方法は，繁雑であり，普通栽培家にとつてあまり意味がないのではなかろうか。

2. アスパラガスの鹽素酸カリによる薬害の機構

山崎（1931b）は塩素酸カリが植物体に害作用を与える機構として，植物体に含まれる，還元糖，アルデヒドのような還元物質が，塩素酸カリを還元して，毒性の強い次亜塩素酸塩に変るためであ

るとし，コムギとイネでは，抗毒性の弱いものに還元物質の量が多かつたと報告している。

アスパラガスの薬害は，葉緑体を含む緑皮層にだけ起ることをたしかめたが（実験1），さらに薬害の過程で，高温と光によつて早められる反応が関係していることを明らかにした（実験4）。

植物体に吸収された塩素酸カリは，導管部から滲透現象によつて，厚膜組織を通り，緑皮層に達するが，厚膜組織，中心柱に還元糖があることが，はつきりしているので（実験5），塩素酸カリが，還元糖によつて次亜塩素酸塩に還元されるとしたら，維管束をはじめ，そのまわりの柔細胞にも害作用があらわれてもよいのではないか。また，これら中心柱の細胞よりも，緑皮層の細胞が，次亜塩素酸塩に弱く，おかされやすいとしても，薬害の反応が光で早められることは説明できない。さらに，中心柱の還元糖の量が少ないために，つくられる次亜塩素酸塩の量も少なく，光合成によつて，還元糖がたえずつくられている緑皮層にしか害作用が起らないと考えることもできるが，このときは，薬害の起らない中心柱の細胞では，還元糖が完全に塩素酸カリの還元に使いはたされていなければならない。しかし，薬害をうけた茎にも，この部位に還元糖が検出されている（実験5）。また，貯蔵3日では，暗室のものはガラス室のものよりも害作用が強くあらわれており（実験3），この結果は，山崎（1931b）がコムギ，オオムギ，イネでえた結果と逆であり，アスパラガスでの還元糖の役割にうたがいをもたせる。

以上の考察から，アスパラガスでは，塩素酸カリの還元にはたらく物質として，還元糖はあまり重要でないといえる。中心柱に薬害がみられないことは，還元糖ばかりでなく，中心柱にあるほかの還元物質の役割も大きいものではないことを予想させる。そこで，アスパラガスでは，別に還元力を考えなければならない。その還元力として，薬害の特徴から，葉緑部の役割に注目する必要がある。

Whatley (1951) は，生体内の酸化還元に重要な助酵素である Pyridine nucleotide (TPN または DPN) が植物の緑葉にあることを報告しているが，Vishniac & Ochoa (1952) は，ホウレンソウの葉から分離した葉緑体の grana が，光によつて pyridine nucleotide を還元することをたしかめた。Byridine nucleotide は呼吸作用では脱水素的に基質を酸化し，自らは還元型となるのであるが，Vishniac & Ochoa の実験は，光合成にもこの助酵素がはたらくことをたしかめたもので，水がこのときの水素供与体となる。

葉緑体でのこの反応から，アスパラガスの塩素酸カリによる薬害の機構を，次のように考えることができるのではなかろうか。アスパラガスの切枝に吸収された塩素酸カリは，中心柱の還元糖（おそらくはそのほかの還元物質も）によつてはほとんど影響されずに緑皮層に達し，緑皮層で，葉緑体の grana と光で還元型にされた Pyridine nucleotide によつて還元される。その結果できた次亜塩素酸塩が，緑皮層を破壊することになる。

要　　約

1. アスパラガスの薬害の特徴は，擬葉と茎の緑色が漂白されることで，茎の横断切片では緑皮層だけに薬害がみとめられた。

2. 塩素酸カリ 0.1%溶液で同じ処理をしても，抗毒性は1952年では雄が弱く，1953年では逆に雌が弱かつた。

3. 塩素酸カリ 0.05 %溶液処理前の貯蔵条件と，薬害との関係をしらべたが，暗室，ガラス室ともに，貯蔵3日まで抗毒性の雌雄差はみられないが，ガラス室貯蔵5日で雌雄差がもつとも大きく，雄は 2Y をのぞいて，薬害は起らなかつたのに対して，雌では spear の生育程度にかかわらずすべてに薬害が起つた。

4. 温度と光が，薬害の反応を早めることをたしかめた。

5. 健全な茎と薬害をうけた茎で，ともに薬害の起らない部位に還元糖を検出できた。

6. 以上の結果にもとづいて，アスパラガスで塩素酸カリを使つて，雌雄鑑別することの適否と，薬害の機構について考察した。

文　　献

(1) 岩間誠造．1948：アスパラガス（*Asparagus*

officinalis L.) の性，特に第二次性徴について．農学，2； 161～164.

(2) 萩原時雄・草光平三，1939：塩素酸加里に依るアスパラガスの雌雄鑑別．農及園 14；990～992.

(3) 志佐誠・小村常夫，1938；塩素酸加里に依る木瓜の雌雄鑑別，農及園 13； 1223～1224.

(4) VISHNIAC, W. and S. OSHOA, 1952 : Fixation of carbon dioxide coupled to photochemical reduction of pyridine nucleotides by chloroplast preparations. Jour. Biol. Chem., 195 : 76～93.

(5) WHATLEY, F. R. , 1951 : Coenzymes in plants. New Phytol. , 50 : 244～257.

(6) 山本幸雄，1936：雌雄異株の植物に及ぼす塩素酸加里の影響．遺．雑，12； 73～80.

(7) 山崎守正，1929：小麦及大麦品種の塩素酸加里に対する抗毒性の変異及び相関現象．農試彙報，1； 139～162.

(8) ――，1931 a：種子及び幼苗に依る作物品種の塩素酸加里に対する抗毒性の検定.農試彙報，1； 287～304.

(6) ――，1931 b：作物品種の塩素酸加里に対する抗毒性の原因に就いて．農試彙報，1； 306～326,

(10) YAMASAKI, M. , 1933 : Identification of the sexes in dioecious plants by testing the resistance to the toxic action of chlorate. Jap. Jour. Bot., 6 : 459～466.

(11) 山崎守正，1950：塩素酸加里法の理論に関する二三の考察．日本作物学会紀事，20； 149～152.

Résumé

1. Asparagus (*Asparagus officinalis* L.), the perennial plant, is dioecious and needs three years for identification of sex. Males produce about 20～50 per cent more than females and earlier. Identifying and transferring males in autumn of first year or in spring of second year are of great advantage in asparagus cultivation. The authors investigated a method for identifying the sexes in asparagus by potassium chlorate as a practical method, basing their wook on the report of HAGIWARA and KUSAMITSU (1939).

2. The symptom of the asparagus sticks injured by potassium chlorate is the bleaching of cladophylls (needle-like stems) and stems. Being treated with 0.1% potassium chlorate, the males were more susceptible than the females in 1952, while the males were more resistant than females in 1953 (Tables 1 and 2).

3. To know the effect of water culture before the chlorate treatment, asparagussticks in various stages of growth were put in the dark or under the sunlight for different durations (Table 3). No different resistance to toxic injury according to sex was observed until after three days. The maximum difference of toxic injury in six storage series was observed in the light series for five days. That is to say, females were injured in every stage of growth, while males were injured only in a particular stage.

4. Toxic action was hastened by high temperature and light intensity (Table 4). Reducing sugar was obscure in the green parenchyma cells of cortex that were easily injured by the chlorate. On the other hand, inner cells of stele containing reducing sugar were resistant to the chlorate.

5. Based upon the above-mentioned results a discussin is presented on the practical application for identifying sex and the mechanism of toxic action of asparagns as causes by the chlorate.

札幌市近郊に於ける屎尿の經濟的利用に關する考察
——特に近郊蔬菜經營について——

天　間　　　征*

A STUDY OF THE ECONOMIC UTILIZATION OF HUMAN-EXCREMENT IN SUBURBAN VILLAGES NEAR SAPPORO, HOKKAIDO, IN RESPECT TO VEGETABLE FARMING IN THE VICINITY OF A CITY

By Tadashi TENMA

1. 緒　　論

農業経営の目的が「できるだけ多くの，そして持続的な私経済的利益を獲ることにある」とする観点に立てば，最も安価に，且つ大量に都市から供給される屎尿の利用は，近郊農業にとつて正にこの意に沿つたものではなかろうか。屎尿利用の問題については衛生学，或いは土壌肥料学等の立場からの批判もあるが，ここでは農耕地に対する屎尿施用の技術的な理論よりも，先ず屎尿の利用なくしては近郊蔬菜経営が再生産され難い程，その生産費の高さに左右されていることに注意せざるを得ない。一般に都市近郊は，他の地域に比べると経営面積が零細化されており，一例を札幌市近郊に求めても，経営は1～2町層に集中し，採草地の不足と共に大家畜の導入を阻み，自給肥料の不足に伴う金肥依存の程度を増さざるを得ない実情にある。然るに農家経済にあつては，経営費中大なる比重を占めるものは肥料費であり，特にわが国の農業に於て，いわゆるシエーレが直接的に肥料価格と農産物価格との差として理解されているような現状に於ては，肥料費の節約は農業経営改善上に大きな問題を与えている。以上のような条件下では近郊農業の肥料経済が依然として屎尿利用から脱却できないのは当然と言わなければならないし，又種々の批判があるにせよ，それを利用することは一面又合理的ともいえよう。既に C. L. HOLMES が「各地域はその利用資源に対して最大の価値を有するような商品の生産に，その生産資源を利用し，この生産物を，その生産有利性が相対的に少ない他の商品と交換する傾向がある。」と述べているように，都市近郊に於ては都市の不要物である屎尿，厨芥，塵芥等を肥料として利用し得る地位にあり，更に Th. BRINKMANN の言う「単位載貨の節約指数」も近郊に於ては蔬菜経営に大きく作用し，その都市からの継続的需要と相まつて，ここに近郊蔬菜地帯の特異性を形成する。

さて，札幌市近郊の農業地帯はいわゆる「交通地位の良さ」の故に，商品生産的傾向が甚だ強く，蔬菜専営地帯の他，果樹専営，酪農（主畜）経営，混同経営，穀菽経営，或いはこれらの2，3の兼営等種々の経営方式がみられ，それぞれ地域性に基づく分化の傾向を示しているのであるが，ここでは札幌市近郊の蔬菜栽培地帯を対象とした。札幌市近郊地帯とは一般に札幌市の周辺と，隣接する豊平町，札幌村，琴似町，篠路村及び手稲町の各町村を指すが，ここでは，これらの地域の中で特に琴似町と札幌村の蔬菜経営を，札幌市の産出する屎尿を利用し再生産される経営としてとらえ，従来，ともすれば非近代的なものとして理解されていた下肥施用慣行を再検討し，その経済効果を，

* 農業経営部農業経営研究室

屎尿の価格関係，利用限界と代替性，作付関係等の中に見出し，併せて近郊蔬菜地帯の内包する諸問題にふれてみたい。

2. 札幌市の屎尿産出高

札幌市の人口は，昭和26年には約33万人で，このうち市の清掃課の汲取対象となつているものは約 304,000 人である。大阪市衛生試験所の行つた調査によれば，汲み取るべき屎尿の量は人口 1 人当り 1 日平均5.5合～6 合とされており，今一応5.5合とみるとき，札幌市で 1 日に産出される屎尿は1,672 石 となり，1 ヶ月では約 5 万石となる。市の所有する溜池（以下処理場という）は，琴似（琴似町十二軒），豊平（豊平町字平岸），白石（札幌市上白石町），元村（札幌村字元村），山鼻（札幌市山元町），新琴似（琴似町字新琴似），八垂別（札幌市川沿町八垂別）の 7 ヶ所に散在するが，収容石数は合計 20,500石で，1 ヶ月の産出量さえ貯蔵できない現状である（第 1 表）。更に月別受入量は月によつて相当の開きを示し（第 2 表），月産出高の 5 万石と一致しない点があるが，これは近郊農家が市からの委託により直接汲取つて農場まで運搬する場合があるからである。

第 1 表　札幌市屎尿処理場の収容能力

Table 1　Capacity of human-excrement reservoirs of Sapporo.

札幌市屎尿処理場	溜収容石数	個　数	計
琴　似	100 石	10	1,000 石
	1,200	6	7,200
豊　平	100	2	200
	200	2	400
白　石	100	5	500
	600	2	1,200
	1,200	1	1,200
	2,000	1	2,000
山　鼻	1,200	2	2,400
元　村	1,200	2	2,400
新琴似	1,000	1	1,000
八垂別	1,000	1	1,000
計		35	20,500

札幌市役所清掃課調

第 2 表　札幌の月別屎尿処理量　（昭和25年）

Table 2　The amount of human-excrement that was disposed monthly in Sapporo. (1950)

月　別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
屎尿受入量(石)	10,687	11,897	14,844	11,480	13,865	17,735	15,101	20,813	22,172	25,626	19,684	29,095	212,999
屎尿販売量(石)	2,711	6,302	3,595	10,809	11,914	5,320	7,462	2,943	4,355	4,680	7,139	22,260	89,490
減　耗　量(石)	3,670	5,485	7,611	5,640	5,359	7,769	7,959	11,588	16,733	20,488	13,124	11,394	116,820

備考　調査当時（昭和26年）汲取系統には，市の直営と協同組合単位の農家請負とがあり，5万石の産出量の中，後者は 3 万石を処理することとなつていて，汲取分担区域も決つていた。昭和27年度からは協同組合単位の汲取区域も市の直営となつている。

従つて販売量のみを近郊農業に利用された量とみることは妥当ではなく，近郊農家に利用され得る可能性ある屎尿量は次のとおりである。即ち札幌市の年間産出量は，月当り産出量に12を乗じた60万石から，減耗 2 割を差引いた48万石であり，又実際に近郊農業に利用された量は，昭和25年には約43万石と推定される。この推定は農家請負分月 3 万石のうち，減耗 2 割強とみて，年30万石であり，市処理分中農家販売分約 9 万石，それに「闇汲取」量を総受入量の 2 割とみて 4 万石，計43万石とした。

結局，農耕地に施用される量は総生産量の70%内外に落付くとも思われる。東京都の統計によれば屎尿施用量は，昭和21年に産出量の78%であつたことからも，この程度とみるべきであろう。市の直営によつて処理された屎尿は，すべて市周辺に存在する処理場に入り，ここで 1 石につき30円という価格を生ずる。つまり汲取及び運搬実費ということである。農家が大量に屎尿を入手するには，正式には次の三つの方法がある。

1. 市周辺の処理場で石当り30円で購入する。
2. 市からの委託請負によつて，直接自己の馬車を用い

て汲取りに出る。

3. 部落内に共同的に比較的大規模な溜池を作つて，市のトラックで運搬して貰う。この場合はガソリン代と石当り30円の屎尿価格を支払う。

その外実際問題として，いわゆる「闇汲取」がある。これは市の許可をもたない近郊農家が直接市民の家庭から屎尿を汲取り，農家買入価格の石30円を無視するのみか，多くの場合，汲取料金まで取るので，市のこの方面の政策運営上のガンとなつているのである。

尚，近郊農家の屎尿の購入時期が4月と5月に圧倒的に多い（第2表）のは耕作期に入つたためである。又12月に異常な販売高を示しているのは例年的傾向ではなく，昭和25年の12月は市の各屎尿処理場の在溜量が増加したため処理に窮し，石当り単価を例年の ½，即ち15円で農家に売却したため売上が増加したのである。

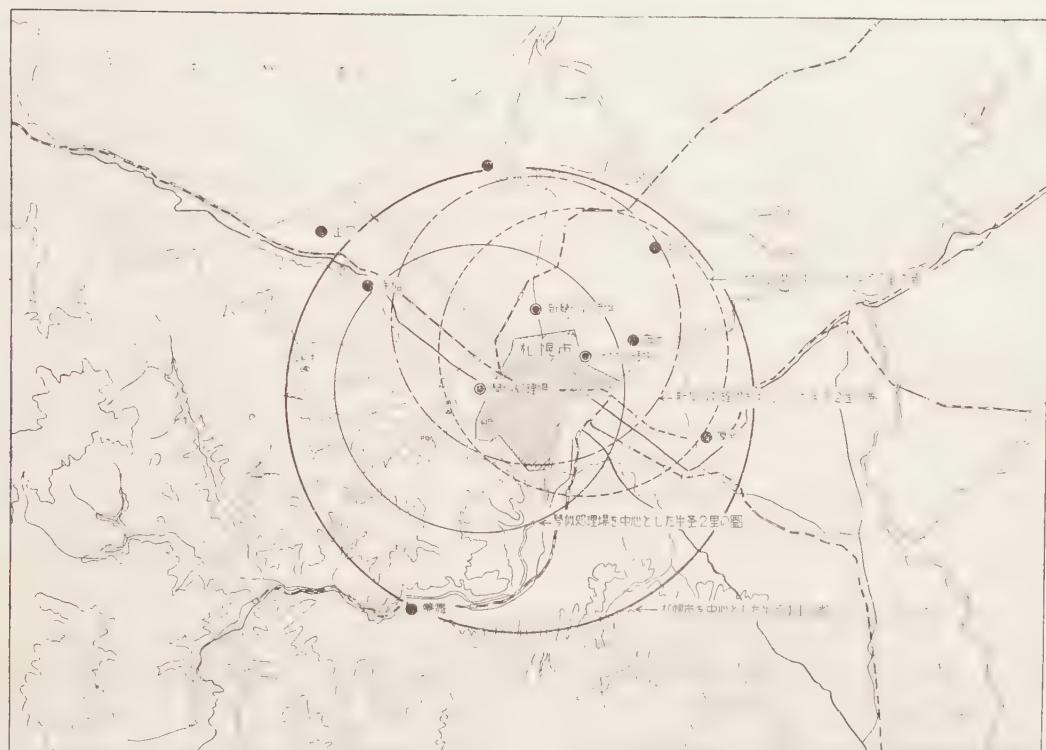
3. 屎尿の價格關係

現在までに屎尿の価格と肥効との関係から，多くの人々によつてその加工方法が考慮され，屡々その工業化が試みられたが，いずれも成功するに至らないのは，含有肥効価に比して容積が大きいということに最大の原因があるのであり，逆に言えば，屎尿の価格を形成している最大の要素はその運搬費であるということである。一般に財の価格は需給関係によつて決定されるから，都市屎尿の価格も，都市屎尿産出量とそれを必要とする農家側の需要量によつて定まる。即ち市の発展程度と近郊地域に於ける農業経営の方式に関連し，更には金肥，自給肥料等の利用が制約される場合とか，金肥の価格が高騰した場合などは，屎尿の持つ代替性の故に有価物となり得る。次に屎尿の有する成分価格が問題となる。価格計算の時点を昭和26年10月にとると，当時の化学肥料の買入価格及び成分率は貫当り硫酸アンモニア88円(20%)，過燐酸石灰57円（18.5%），硫酸加里123円（49%）である。一方，屎尿 100 貫匁中の三要素含有度を窒素 0.57%，燐酸 0.15%，加里 0.27% として，これを上記化学肥料の価格に換算すると，それぞれ 250.8円，46.2円，69.4円となり，屎尿100貫匁当り成分価格は計 413.4円となる。屎尿100貫匁は約2石であるから，石当り206.7円となり，成分価の上からみて有利な肥料と言える。さすれば屎尿が，無価物同様に取り扱われている限り，利用上の経済問題はその運搬，取り扱い上の費用に集中されるわけで農業経営に屎尿を利用することの合理性の可否はその移転過程に要する費用の高さにあると言えよう。

4. 屎尿の利用限界と代替性

屎尿の価格は，札幌市の場合，成分価としては殆んど無償であり，結局使用する側から考えれば，他の諸肥料の価格と屎尿運搬費とが均衡関係に立つ限り，これを用いるわけである。そこで先ず考えられるのは，かかる均衡関係によつて生ずる屎尿利用圏である。次に都市と近郊農村との間の屎尿をめぐる需給関係が供給過剰などによつて，その均衡を失するような場合には，衛生的或いは種々の見地から関係当局は費用計算を或る程度無視して，直接近郊農村に配給輸送する。これもまた一つの圏を形成する。この輸送領域は近郊農村の発達程度及び市の運搬車保有台数などに規定されるもので札幌市の場合，北は石狩町花畔，西は手稲町字山口村，南は豊平町瀧舞，東は札幌市厚別附近まで，市心から半経4里以内の圏を形成する。かかる半径4里内外の圏内にある地帯は，その都市の産出する屎尿を利用する可能性が与えられているわけであるが，事実この圏内は通常最も集約的に耕作されている蔬菜生産地帯でもあり，札幌市民の消費する蔬菜の大半を出荷する地帯でもある（第1図）。

又，化学肥料が豊富に出廻つている場合には，屎尿の利用は化学肥料に対する経済的代替性の程度如何によつて，その量が決定される。これは要するに農産物の生産費計算に於て，屎尿と化学肥料のいずれを用いた方が有利かということであり，例えば同じ高さに肥料代が定まつたとしても屎尿を利用する場合は現金支出があまり表面化しない故に，流通的費用も少なくてすみ，有利であるという場合もある。概括すれば屎尿の用いられる限界は，その土地で用いられる一般的肥料の価格と，屎尿をその土地に運搬して来るまでに要する一切の費用とが均衡する点であり，更に詳しく



第1図　札幌市近郊に於ける経済的屎尿利用図

Fig. 1　Circles of economic utilization of human-excrement in the suburban villages of Sapporo.

みると，屎尿の汲取費用と運搬費用及び屎尿買入代金が，運搬された屎尿の化学肥料換算成分価格と釣り合う限界点である。即ち，限界地点に於ては一般に次の関係が成り立つ。

運搬及び汲取労賃＋屎尿買入価格＝屎尿石当り成分価×1日運搬量

従つて1日当り運搬必要量をx石，馬車共の1日労賃を 1,300円（昭和27年6月現在の札幌市清掃課の算定）とすれば，石当り成分価は 206.7円であつたから，1,300＋30x＝206.7xとなり，求むるものは7.5石となる。故に1日約7.5石以上を運搬できる所なら，経営上有利となる。通例農家の運搬馬車は，札幌市近郊では3.5〜4石曳が多いから1日2回以上運搬できる所が経済限的利用圏内に入り得るわけである。個々の実態を調査したところによると，4石曳馬車で 1日2回以上運搬できる距離は汲取個所（処理場）から大体2里以内で，この圏内にあるものは有効に自己の経営で利用できることとなる。処理場から半径2里の圏といつても，直線距離にして考えた場合であるから個々の農場までの実際の距離は更に伸びる。又，汲取時間は予め考慮に入つている。

従つて近郊の屎尿利用限界は，これを各処理場についてみて行くべきであろう（第1図)。

5. 近郊農村の作付傾向

ここに考察の対象とした札幌村及び琴似町の 2町村について，近郊農村の農業経営を背景として作付の傾向を把握しておきたい。

(1)　札幌村　総耕地面積2,513町歩中燕麦が420町歩（17%）で第1位，次いで玉葱が340町歩（13.5%）を占め，馬鈴薯の125町歩（5%）の他は100町歩以下の作付で，穀菽類の生産はいずれも琴似，豊平両町に劣る。尙，馬鈴薯の作付は，当時価格関係に於て有利な作物であり，札幌市近郊を問わず全道的傾向であつたことからすれば，札幌村の特色は燕麦，玉葱作にみられる。一戸当り耕地面積は琴似町，豊平町の平均25.8反歩に比して42.7反歩と大きく，近郊農村中経営面積は最大である。

(2)　琴似町　水稲が第 1 位で 315 町歩を占めているが全体からみると15%に過ぎず,燕麦(14%),馬鈴薯 (7.7%) と続いているが，蔬菜類では大根が 136 町歩を占めて，かなりその特徴を出している。琴似町に水稲，燕麦，牧草などが多いのは広範に泥炭地や湿地が利用されているからであり，発寒には特殊な牧草栽培地域があり，又泥炭地には主畜経営が展開している。

今，蔬菜産出量だけについてみると，札幌村は面積総計に於て最高を示すけれども玉葱がその大部分を占めており，この約半分は年々道外に輸移出されるので，札幌市民に供給される蔬菜地帯は市の外縁地帯を除いて考えれば，琴似町，豊平町札幌村の順となる（第 3 表)。

第 3 表　3 ケ町村に於ける主要蔬菜作付面積 （昭和25年）

Table 3　The area of main vegetables planting in three villages. (1950)

町村別＼種類別	大根	人参	牛蒡	葱	玉葱	山芋	きうり	南瓜	なす	白菜	甘藍	トマト	計
琴似町	112.9	17.0	4.0	8.9	1.8	2.6	5.0	47.0	11.3	8.9	37.7	12.0	269.1
豊平町	37.3	26.4	5.0	7.7	3.8	6.8	7.3	91.9	7.6	6.2	32.8	5.3	241.1
札幌村	13.2	22.8	7.4	0.8	340,3	2.5	5.2	28.5	4.4	5.8	12.2	3.1	446.2

石狩支庁産業課調

6.　屎尿利用圏と蔬菜經營

既述したように，市の処理場 7 ケ所のうち特に近郊農家への販売が多い所は，琴似（十二軒)，新琴似，豊平の各処理場である。元村処理場は周辺に 2,500 余町歩の耕地を有しながら販売数量の少ないことからもわかるように，屎尿消費というものはその地帯の作物の種類や耕種方式によつて異るのであつて，単にその処理場周辺の耕地の多少によつて定まるものではない。ここで特に琴似十二軒，新琴似，元村の各処理場とその周辺蔬菜経営を取上げたのは，琴似十二軒附近は最も集約された各種の蔬菜作がみられ，新琴似附近は主として大麦——秋大根という中間蔬菜地帯的特色を示し，元村は玉葱地帯としての性格を有し，各処理場の屎尿販売状況と周辺農業経営との関連に於てそれぞれ標式的な特質が把握できるからである。

(1)　元村（札幌村字）の場合

札幌村の一部である元村は，札幌市とは東北で接している。農家戸数約 170 戸で，昭和27年に於ける作付傾向は牧草，燕麦，馬鈴薯，玉葱の順となつている。札幌村全体からみると昭和25年では大根，人参，牛蒡などの主要蔬菜中の玉葱の占める割合は76%という高さを示し,実数に於ても340町歩で，琴似，豊平両町の全主要蔬菜経営地か，それぞれ約270町歩，240町歩なるに比して，いかに集中的であるかが知られる（第 3 表)。

次に屎尿の利用圏を考察する前に，先ずこの地域の肥料消費の傾向及び施肥技術を明らかにすることが必要なので，元村に於ける一般的なこれらの事情をみよう。

先ずこの地域で奇異に感ずることは，屎尿利用が総耕地面積と対比しても，反当施肥量を調べても極めて少ないことである。事実，札幌市郊外 7 ケ所の処理場中，最も屎尿販売量の少ないのが元村処理場であり，月平均900石位の利用しかなく，他の諸処理場の ½～¼ に止つている（第 4 表)。ここに施肥慣行，施肥方法の特色かあらわれている。即ち，肥料投下は有機質肥料が多く，且つ高価なものが用いられている（第 5 表)。

元来，玉葱の適地は，技術的には耕度が深く，極めて肥沃なことが絶対的な条件なのである。従つて土壌的に作付地が限定され，地域的な特産物となつて，連作を行うという特殊な形態をとるに至つている。元村の場合も古い玉葱畑は既に30年にも及ぶ連作が見られ，連作による土地生産力の低下を防ぐために，堆厩肥，魚粕，糠等の有機質肥料はもとより，各種肥料の増投となつて現われ今後の経営上に問題を提起している。第 5 表によれば，屎尿の施肥慣行はみられないが，この地域では屎尿の金肥代替性は極度に少なく，且つその肥効についても極く過少に評価され，屎尿は肥料資金の極度に不足した年に浮び上るに過ぎないのは上述の技術的な面からも当然であろう。しかし

この地域でも玉葱以外の蔬菜畑や燕麥などには相当の下肥施用がみられるのであるが，その利用方法は近郊中最も劣つており，肥溜を有しない農家が多く，生屎尿を直接圃場に撒布するような所さえある。次に，元村処理場を中心とする屎尿利用の最遠隔地は札幌村字下苗穂，雁来，篠路村中野附近でそれぞれ1里，1.5里，2里となつており，下苗穂，雁木の両地方の限界距離が近いのは，白石処理場の利用圏の存在によつてである。従つて元村地方では処理場を中心として半径2里という合理的利用限界が個々の農家の経験的事実によつて守られていることを知るのである。

第4表　元村の屎尿販売量

Table 4　The amount of human-excrement that was sold at Motomura reservoir.

年　　月	販売数量	琴似の各月販売量を100とした比
	石	%
昭和26年7月	627	16
〃　8月	1,212	33
〃　9月	1,860	72
〃　10月	2,720	122
〃　11月	789	36
〃　12月	684	20
昭和27年1月	133	12
〃　2月	0	0
〃　3月	47	1
〃　4月	1,343	19
〃　5月	608	13
〃　6月	66	3
計	10,089	

元村屎尿処理場調

第5表　玉葱畑の慣行施肥量の1例（元村地方）

Table 5　The amount of usual manuring per Tan on the onion field. (Motomura)

肥料種類	施肥量（貫）
過燐酸石灰	10
硫酸アンモニア	4
魚粕	24
米糠	100
堆厩肥	600

（2）　**十二軒附近（琴似町字）の場合**

この地域はかつて都市近郊という優越的地位から，高度の蔬菜専営農家が存在し，自家食糧，飼料までも購入し，いわゆる企業的農業が成立したのであるが，現在ではそのような完全な専営農家は見当らないにしても他の町村に比較すればやや明瞭にみられる。琴似町では豊平，白石両地区に比べて穀菽類の占める比重は少なく，逆に蔬菜類は高くなつている。つまりこの附近では，穀類は殆んど自家用として消費されるもので，現金収入は特殊の経営を除いて蔬菜に依存していることが一般的なのである。ここでは葉根菜類は殆んど下肥によつて栽培されることも少なくないのであつて，この地域は最も市の屎尿に依存しているわけである（第6表）。

第6表　琴似の屎尿販売量

Table 6　The amount of human-excrement that was sold at Kotoni reservoir.

年　　月	販売量	百分比
	石	
昭和26年7月	3,915	10.1
〃　8月	3.710	9.5
〃　9月	2,590	6.7
〃　10月	2,229	5.7
〃　11月	2,185	5.6
〃　12月	3,530	9.0
昭和27年1月	1,081	2.8
〃　2月	1,838	4.7
〃　3月	3,457	9.1
〃　4月	7,287	18.7
〃　5月	4,516	11.6
〃　6月	2.527	6.5
計	38,865	100

琴似屎尿処理場調

最近では蔬菜農家といわれる場合でも，平均して総面積の半ばを各種蔬菜に当て，他は燕麥，小麥その他の穀作に向けている。現在のような経済与件の下で食糧及び飼料の自給部分の生産を行わずに，専ら購入に依存し，全経営地を商品作物栽培に充てるのが有利か否かについては問題もあろう。ともかく，ここで用いられる窒素質肥料の大部分は容積の大きい屎尿によつて補給されるわけであるから，化学肥料施用の場合に比べて多くの

労力を要することは論を俟たない。この地域での調査によると，経営拡大が頭打ちになつている直接的な要因は労働力の不足であることに皆一致している。労働力 2 ～ 3 人で 1 町歩の蔬菜畑経営は現在の技術段階では限界に達しているということである。十二軒附近では主として間作法等によつて土地利用は高度化されている。例えば燕麦の跡地にほうれんそうを，甘藍の畦間にほうれんそうを，玉蜀黍には葉菜類を，又，馬鈴薯とデントコーン，人参等の間作や交互作等が行われ，近郊蔬菜栽培地域中では土地利用は最高の指数を示す。従つて，栽培技術に関しても，広範な知識を要し，労働も複雑化してくるのは当然であり，都市からの労力の雇傭は，毎年の「出面」で熟練していることが必要でその数も限られている。このため金肥とは異なつて運搬，施肥労力を多く要する下肥は一般労力と競合関係に立つ。こうした経営形態に於ては屎尿の利用も多く，琴似処理場に於ける屎尿販売量は他の 6 処理場中最高位にある。又十二軒附近に於ける一般的反当施肥量の 1 例をみても硫酸アンモニアは殆んど使用されず，屎尿がこれに代替している（第 7 表)。

第 7 表　蔬菜畑の慣行施肥量の 1 例　(琴似十二軒)

Table 7　The amount of usual manuring per Tan on the vegetable field. (Kotoni)

肥料種類	数量
過燐酸石灰	4(貫)
硫化加里	2
堆厩肥	1,100
屎尿	35(石)
石灰	30

さて，屎尿処理場を中心とする利用圏は，南西方面は三角山，円山，手稲山に阻まれるが，最外縁地帯は南西は小別沢，北西は軽川附近，北東は新琴似処理場との中間附近となつている。距離はそれぞれ1.5里，2 里，1 里である。

(3)　**新琴似（琴似町字）の場合**

新琴似処理場は札幌市の中心から北方約 1.3 里の地点にあり，新琴似，新川沿，烈々布，篠路村の一部，札幌村の西部，札幌市北部にそれぞれ屎尿を提供している。この地帯は札幌市近郊中最も面積が広く，利用される可能性も大であるが，泥炭地を有し，土地生産力は他に比して低く且つ集約化せられておらず，麦類，燕麦，亜麻，馬鈴薯，水稲，豆類の他に人参，甘藍などの蔬菜作もみられる。この地域の作付方式の特徴として麦類や亜麻跡地の秋大根の作付がある。一般に漬物用秋大根は栽培法が簡易で，栽培期間も短かく，集約経営に対する反応が低く，その上，単価も安いので市場園芸地帯と，輸送園芸地帯との中間地帯に多く栽培される傾向がある。かかる立地論からいえば，新琴似は近郊蔬菜供給の中間地帯と言い得べ

第 8 表　麦一大根作の慣行施肥量の一例（新琴似）

Table 8　The amount of usual manuring per Tan on the barley-radish field. (Shinkotoni)

肥料種類	数量
過燐酸石灰	6(貫)
硫化加里	2
堆厩肥	400
屎尿	12(石)
石灰	若干

第 9 表　新琴似の屎尿販売量

Table. 9　The amount of human-excrement that was sold at Shinkotoni reservoir.

年月	販売石数
昭和 26 年 7 月	3,005
〃 8 月	1,517
〃 9 月	2,673
〃 10 月	1,316
〃 11 月	1.607
〃 12 月	1,955
昭和 27 年 1 月	123
〃 2 月	181
〃 3 月	1,247
〃 4 月	7,912
〃 5 月	2,306
〃 6 月	2,433
計	26,275

新琴似屎尿処理場調

く，今後札幌市の発展と共に次第にその様相を変えざるを得ないであろう。この地帯の平均経営面積は2.5町歩〜3町歩であり，屎尿の施肥技術，設備等は最も優れており（第8表），屎尿の腐熟化，石灰施用，稀釈利用も一般的であり，各農家共約18石入の標準的溜が完備されている。その反面，販売石数は少ないが（第9表），この地域は「闇汲取」が多く，昭和26年頃はその大半を，この方法でまかなつていたので，販売石数だけで利用量を即断するのは無理である。恐らく近郊農村中実際には最も屎尿施用が多いことが推察される。又，屎尿利用圏はここでは，北は篠路村本村及び花畔西は新琴似一番通の最西部で，花畔は2里強，他は皆1.5里であり，1日2回運搬の合理的利用圏内にあることを知る。

7. 要　　約

(1) 本稿では，都市近郊という有利な立地条件の下に於て，都市の産出する屎尿が近郊農家に如何に経済的肥料として利用されているかということについて考察を進めた。

(2) 考察の対象は主として琴似町及び札幌村字元村地方の蔬菜経営に求めたが，玉葱地帯を除いて，屎尿は窒素質肥料として多く用いられている。

(3) 札幌市民が年間産出する屎尿のうち，肥料として近郊農村に利用される可能性ある屎尿量は約48万石であ る。

(4) 札幌市周辺に存在する市の屎尿処理場に於ては，屎尿価格は1石30円であり，一方その成分価格は206円70銭であるから，この点からは有利な肥料である。

(5) 従つて屎尿利用上の経済問題は主としてその運搬費用に集中し，屎尿利用の経済的限界点は屎尿の化学肥料換算の成分価格と屎尿の農場までの運搬費用とが均衡する地点であり，次の関係が存在する。

運搬費＋屎尿買入価格＝屎尿石当成分価×1日運搬量

(6) その結果によれば，屎尿処理場から約2里の範囲の圏が経済的利用圏である。

(7) それらの地域では，個々の農家のそれぞれの経験的事実による利用圏と，本考察による経済的利用圏とほぼ一致することを認めた。

Résumé

1) This article treats the economic utilization of human-excrement produced from the city of Sapporo in its suburban villages.

2) In the vegetable producing districts at Kotoni-machi and Motomura (except the onion belt) considerable amounts of human-excrement are utilized as nitrogenous fertilizer.

3) The amount of human-excrement available for use as fertilizer annually is about 90 thousand tons.

4) At the municipal reservoirs, the price of human-excrement is 30 yen per 0.19 ton and the price calculated from the ingredients is 206.70 yen per 0.19 ton. So, the former price is much cheeper than the latter.

5) Human-excrement is, however, a very bulky material, so the economic problem as to its utilization in the nearby farms depends chiefly on the cost of transportation. The marginal point for the economic utilization is the point where the price of chemical fertilizer balances with the amount of transpotation cost and the price at reservoir. This leads to the follwing formula.

Total transportation cost + total price at the reservoir = ingredient price per 0.19 ton × amount transported daily

6) By calculation, the limit of economic utilization is found to be a circle of about 8 km from the municipal human-excrement reservoirs.

7) We can observe a circle of economic utilization of human-excrement around the city of Sapporo, the limit of which the individual farmers seem to know from their own experience. That circle just coincides with the circle computed by the above formula.

Résumé

1) This article treats the economic utilization of human excrement produced from the city of Sapporo in its environs [illegible].

2) In the vegetable gardening zone around the city and Hokkaido University, the human excrement for the fertilizing purposes of gardening is still utilized as the [illegible].

3) The amount of human excrement available for use as fertilizer annually is about 60 thousand tons.

4) At the municipal reservoirs, the price of human excrement is 30 yen per 0.18 ton and the price transferred from the reservoirs is 96.70 yen per 0.18 ton. So, the former price is much cheaper than the latter.

The external environment is, however, a very positive material, so the economic problem as to its utilization in the marketing means depends chiefly on the cost of transportation. The maximal point for the economic utilization is the point where the price of chemical fertilizer balances with the amounts of transportation cost and the price of excrement. This leads to the following formula.

Total transportation cost + total price of the excrement = Ingredient price per 0.18 ton × amount transported daily

6) By calculations, the limit of economic utilization is found to be a circle of about [illegible] km from the municipal human excrement reservoirs.

7) We can observe a circle of economic utilization of human excrement around the city of Sapporo, the limit of which the individual farmers seem to manage from their own experience. This circle just coincides with the circle computed by the above formula.

[illegible]

昭和 29 年 2 月 18 日印刷
昭和 29 年 2 月 25 日発行

北海道農業試験場

岩　橋　周　作
札幌市大通西9丁目

岩橋印刷株式会社
札幌市大通西9丁目